

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3285538号

(P3285538)

(45) 発行日 平成14年5月27日(2002.5.27)

(24) 登録日 平成14年3月8日(2002.3.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 0 3 B 21/28

G 0 3 B 21/28

G 0 2 B 13/04

G 0 2 B 13/04

D

17/08

17/08

A

27/18

27/18

Z

G 0 3 B 21/00

G 0 3 B 21/00

D

請求項の張7(全52頁)

(21) 出願番号

特願平10-131698

(62) 分割の表示

特願平4-325317の分割

(22) 出願日

平成4年12月4日(1992.12.4)

(65) 公開番号

特開平10-307332

(43) 公開日

平成10年11月17日(1998.11.17)

審査請求日

平成10年5月14日(1998.5.14)

審判番号

不服2000-11535(P2000-11535/J1)

審判請求日

平成12年7月27日(2000.7.27)

(31) 優先権主張番号

特願平4-235

(32) 優先日

平成4年1月6日(1992.1.6)

(33) 優先権主張国

日本(J P)

(31) 優先権主張番号

特願平4-67105

(32) 優先日

平成4年3月25日(1992.3.25)

(33) 優先権主張国

日本(J P)

(31) 優先権主張番号

特願平4-240793

(32) 優先日

平成4年9月9日(1992.9.9)

(33) 優先権主張国

日本(J P)

(73) 特許権者

000008013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者

鹿間 信介

京都府長岡京市馬場園所1番地 三菱電

機株式会社 電子商品開発研究所内

(74) 代理人

100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

合 体

審判長 高橋 美実

審判官 森 正幸

審判官 伊藤 昌哉

最末页に続く

(54) 【発明の名称】 投写型表示装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像表示デバイスを内蔵し、該画像表示デバイスに表示された画像で変調された光束を出射する投写手段と、該投写手段の出射部に設けられた投写レンズと、前記投写手段の前記投写レンズ以前の光学系を保持する筐体と、前記投写レンズの内部に設けられ、前記光束を反射するミラーと、前記投写レンズから出射された投写光が入射して、拡大画像を形成する透過型のスクリーンと、前記投写手段を内蔵し、かつ前記スクリーンを保持するキャビネットとを備え、前記投写レンズから出射される投写光の中心光線を前記ミラーによって略水平方向に折り曲げて前記スクリーンに入射させるように構成し、前記投写手段の前記ミラー以前の部分の光学系が前記投写手段の出射光の中心光線と略直交する平面内に設けられており、この光学系が配

2

置される平面と略平行に設けられた前記筐体の底面部が前記スクリーンと略平行であり、前記投写レンズは、大きな共役側から、負の屈折力の第1レンズ群、該第1レンズ群と空気間隔D1において配置された正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群の3群構成とし、前記第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び全レンズ系の焦点距離をf1、f2、f3、fとすると、  
1.  $8 < D1 / f < 2.9$   
10 1.  $1 < f2 / f3 < 1.6$   
1.  $5 < |f1| / f < 2.3$   
なる条件を満足するとともに、前記第1レンズ群と第2レンズ群との間に光路を折り曲げるミラー手段を挿入したレトロフォーカス型レンズであることを特徴とする投写型表示装置。

(2)

3

【請求項2】 前記投写手段をマトリックス状に複数個配列し、各投写手段の投写画像で単位画面を形成すべく構成したことを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項3】 前記投写レンズの直前に、3原色の合成を行なうプラスチック製のダイクロイックプリズムを備えたことを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項4】 前記投写レンズとして、投写倍率が調整可能なズームレンズを使用したことを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項5】 画像表示デバイスを内蔵し、該画像表示デバイスに表示された画像で変調された光束を出射する投写手段と、該投写手段の出射部に設けられた投写レンズと、該投写レンズの内部に設けられ、前記投写手段から出射される光束の受容角を制限する絞り手段と、前記投写レンズから出射される投写光が入射して、拡大画像を形成するスクリーンとを備え、前記画像表示デバイスが表示画像の明暗に応じて表示面内の光学特性が散乱状態と透明状態とで切り替わる機能を有し、前記絞り手段の開口径を調節可能とすべく構成したことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項6】 画像表示デバイス及び該画像表示デバイスを照明するランプを内蔵し、前記画像表示デバイスに表示された画像で変調された光束を出射する投写手段と、該投写手段の出射部に設けられ、前記画像表示デバイスの表示画面を拡大投写する投写レンズと、該投写レンズの内部に設けられ、前記投写手段から投写レンズに入射される光束の受容角を制限する絞り手段と、前記投写レンズから出射される投写光が入射して、拡大画像を形成するスクリーンと、前記絞り手段の開口径を変化させるモータと、入射光量に応じて電気信号を出力する光センサと、該光センサの出力を増幅する増幅回路と、該増幅回路の出力より前記モータの駆動制御信号及び／または前記ランプの駆動電力制御信号を生成する制御回路とを備え、前記光センサにより検出された照明状態に応じて、前記絞り手段の開口径及び／または前記ランプの駆動電力を変化させるべく構成したことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項7】 前記画像表示デバイスが、表示画像の明暗に応じて表示面内の光学特性が散乱状態と透明状態との間で切り替わる機能を有することを特徴とする請求項6記載の投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図61は液晶パネルを用いた従来の投写型表示装置の光学系の説明図であり、例えば特開平1-

4

120192号公報に開示された装置である。図において、1はランプ120と反射鏡130とから成る光源であり、光源1は照明光束2を出射する。ランプ120としては、例えばメタルハライドランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ等の白色光源が用いられる。反射鏡130の反射面は典型的には放物面または球面であり、公知のように放物面の焦点位置または球面の曲率中心位置にランプ120の発光中心が位置決めされている。照明光束2の出射方向には、青色光を反射し緑・赤色光を透過するダイクロイックミラー14B、緑色光を反射し赤色光を透過するダイクロイックミラー14G及び光を全反射するミラー11aが配設されている。ダイクロイックミラー14Bの反射方向には光を全反射するミラー11cが配設され、ミラー11cの反射方向には液晶パネル3Bが設けられている。ダイクロイックミラー14Gの反射方向には液晶パネル3Gが設けられている。ミラー11aの反射方向には光を全反射するミラー11bが配設され、ミラー11bの反射方向には液晶パネル3Rが設けられている。液晶パネル3R、3G、3Bに画像を表示させる駆動回路については図示を省略している。これらの液晶パネル3R、3G、3Bに囲まれて、赤・青色光を選択的に反射し、緑色光を選択的に透過するダイクロイックプリズム15が設置されており、ダイクロイックプリズム15の出射方向には投写レンズ4が設けられている。投写レンズ4以前の光学系を構成する各部材は筐体200内に保持されていて、筐体200と投写レンズ4とで投写器300が構成されている。

【0003】次に動作について説明する。光源1から出射された照明光束2は、ダイクロイックミラー14B及びダイクロイックミラー14Gによって赤・緑・青の3原色に分解され、ミラー11a、11b、11cによって折り曲げられて各原色に対応するモノクロ画像を表示する液晶パネル3R、3G、3Bに照射される。液晶パネル3R、3G、3Bに形成された画像で変調された光束は、ダイクロイックプリズム15によって再び1本の光束に合成されて、投写レンズ4により投写光110に変換され、後述するようにスクリーン上に投写される。投写レンズ4は良好な投写画像を得る為に各種収差を補正する必要があり、複数枚の単レンズ（図示せず）を組み合わせて構成される。そして、スクリーン上の投写画像の焦点合わせは、投写レンズ4を構成するレンズの1部もしくは投写レンズ4全体を光軸方向に駆動して行なう。

【0004】また、図62は従来の液晶パネルを用いた他の投写型表示装置の光学系の説明図であり、例えば特開平1-157688号公報に開示された装置である。図において、131は光源12の前方に設けられたコンデンサレンズであり、本例では、光源1がランプ120と反射鏡130とコンデンサレンズ131とから構成されている。なお、他の構成は前述の従来例（図61参

50

(3)

5

照)と同じであり、同一部分には同一番号を付して説明を省略する。また、動作も前述の従来例と同様であるのでその説明を省略する。

【0005】従来より、投写型表示装置としては投写レンズより出射する投写光を反射型のスクリーンに結像させるフロント方式の装置と、投写器をキャビネットに納め投写光を透過型のスクリーンに結像させるリア方式の装置が知られていた。図63に、実開平1-115778号公報に開示されたリア方式の投写型表示装置の構成を示す。図において、170は、筐体200と投写レンズ4とより構成される投写器300を収納するキャビネットである。投写器300は図61または図62に示した投写器300と同様の構成であり、筐体200の内部には光源1からダイクロイックプリズム15に至る光学系(図示せず)が保持されている。キャビネット170の側壁には、透過型のスクリーン5が設置されている。また、キャビネット170内には、投写レンズ4から出射された投写光110をスクリーン5に導くための折り曲げミラー150、160が設けられている。

【0006】次に、図63に示した装置の動作について述べる。投写レンズ4を出射した投写光110は折り曲げミラー150、及び160で反射された後、スクリーン5に拡大画像として結像される。折り曲げミラー150、160は、投写レンズ4の先端からスクリーン5に至る光路を折り曲げて、キャビネット170内に光学系をコンパクトに収納するために用いられている。そして、観察者400はスクリーン5に対して、投写器300とは反対の方向から拡大画像を鑑賞する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来のリア方式の投写型表示装置では、図63のように折り曲げミラー150及び投写器300がスクリーン5の下部に収納されているためにキャビネット170のうち、スクリーン5の下の部分171が大きい。このためにセットの高さHの低減が困難であった。このために、高さHをほぼスクリーンの高さと同等にするには、折り曲げミラー150、160を省略し、投写光110をスクリーン後方より直接投写する方法が用いられていた。この場合、セットの奥行きDが大きくなり、キャビネット170の設置面積が増加するといった問題点があった。

【0008】この他に、セットの小型化のためには投写距離(投写レンズ4の出射端からスクリーン5までの中心光線長)を短縮する事が有効であった。このために、投写レンズ4を広角化する手法が用いられていた。しかし、投写レンズ4を広角化して出射光110の発散角を大きくすると、必然的に折り曲げミラー150が大形化して、セット高さHの減少には限界があった。

【0009】従来より、例えば外光によるスクリーン面の照度が高いと投写画像が相対的に暗くなつて見えにくくなるので、より輝度を上げて鑑賞したいという要求が

6

あった。逆に外光の照度が低い場合、投写画像の輝度は抑え気味にして、コントラストを向上させて(特に黒レベルの輝度をより下げて)鑑賞したいという要求があった。しかし、従来の投写型表示装置では、装置の置かれた場所の照明状態に応じて輝度、コントラストを自動調整する機能がないといった問題点があった。

【0010】本発明は上記のような問題点を解消するためになされたものであり、その目的とするところは、装置の奥行きと高さを低減した小型の投写型表示装置を提供することにある。更に他の目的は、装置の正面寸法をスクリーンの寸法と同程度にでき、しかも奥行き寸法を小さくできる小型の投写型表示装置を提供することにある。更に他の目的は、小型の投写型表示装置用の投写器を複数個縦横に配列した、奥行きが小さなマルチビジョン投写型表示装置を提供することにある。

【0011】また、更に他の目的は、画像表示デバイスとして、画像の明暗に応じて素子の透明/散乱状態が切り替わる機能を有する素子を用いた場合に、投写画像のコントラスト比及び輝度を变化できる投写型表示装置を提供することにある。また、更に他の目的は、投写画像のコントラスト比及び/または輝度が、装置が置かれた外光の明るさに応じて自動的に可変となる投写型表示装置を提供することにある。

【0012】

【0013】また、第1の発明において、第1のミラーで光路が立ち上げられる際に、スクリーン上で水平方向に表示されるべき画像表示デバイスの表示方向が回転するのに対応して、スクリーンの水平方向に対応する画像表示デバイスの方向を投写レンズの出射光の中心線方向に合わせるべく構成する。

【0014】

【0015】

【0016】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る投写型表示装置は、投写手段の投写レンズ内に光路を折り曲げるミラーを有し、このミラーによって投写レンズから出射される投写光の中心光線を略水平方向に折り曲げて透過型のスクリーンに入射させるように構成し、投写手段のミラー以前の光学系が投写レンズの出射光の中心光線と略直交する平面内に配置されており、この光学系が配置される平面と略平行に設けられた、この光学系を保持する筐体の底面部がスクリーンと略平行となる構成となす。また、前記投写レンズは、大きな共役側から、負の屈折力の第1レンズ群、該第1レンズ群と空気間隔D1において配置された正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群の3群構成とし、前記第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び全レンズ系の焦点距離をf1、f2、f3、fとするとき、

$$1. \quad 8 < D1/f < 2.9$$

$$1. \quad 1 < f2/f3 < 1.6$$

(4)

7

1.  $5 < |f_1| / f < 2.3$

なる条件を満足するとともに、前記第1レンズ群と第2レンズ群との間に光路を折り曲げるミラー手段を挿入したレトロフォーカス型レンズである。

【0017】また、第1の発明において、複数の投写手段を縦・横に配列し、各投写手段の投写画像で単位画面を形成し、隣合う単位画面を密に配列するよう構成する。

【0018】また、第1の発明において、投写レンズの直前に、3原色の合成を行なうプラスチック製のダイクロイックプリズムを備えた構成をなす。

【0019】また、第1の発明において、投写倍率が調整可能なズームレンズを投写レンズとして使用した構成となす。

【0020】第2の発明に係る投写型表示装置は、画像表示デバイスが表示画像の明暗に応じて散乱／透明状態が切り替わる機能を有し、画像表示デバイスより出射する光束の受容角を制限する絞りの開口径を制御する構成をなす。

【0021】第3の発明に係る投写型表示装置は、装置が置かれた場所の照明状態を検出し、その照明状態に応じて、投写手段より出射する光束の受容角を制限する絞りの開口径及び／または画像表示デバイスを照明するランプの駆動電力を変化させる構成をなす。

【0022】また、第3の発明において、画像表示デバイスが、表示画像の明暗に応じて散乱／透明状態が切り替わる機能を有する。

【0023】

【0024】

【0025】第1の発明では、スクリーンに入射する投写光を投写レンズに内蔵したミラーによって水平方向に折り曲げ、かつ投写レンズ以前の光学系をスクリーンに略平行な面内に配置できる。また、所定の焦点距離を有する3群のレンズ群を有し、かつそのうちの2つのレンズ群の間にミラー手段を配置した投写レンズを有している。したがって、装置の正面寸法をスクリーン寸法と略同等にしながら装置の奥行きを小さくできる。

【0026】また、第1の発明では、上記のように装置の正面寸法がスクリーン寸法と略同等に出来るので、縦横に複数の投写手段を配置し、各投写手段の投写光によって形成する単位画面を縦横に密に配列することにより、奥行きが小さく、しかも単位画面間の継ぎ目が小さいマルチビジョン投写型表示装置を実現できる。

【0027】また、色合成用のダイクロイックプリズムをPMMA等のプラスチック材料で作成すれば、従来公知のガラス材料のダイクロイックプリズムを用いた装置に比べて軽量化・低価格化が可能である。

【0028】また、投写倍率の微調整が可能なズームレンズを用いることによって、スクリーンの周期構造と液晶パネルの投写像の周期構造との寸法比が可変となるの

8

で、投写画像に重畳されるモアレを実用上問題のない低視認の状態に調節可能である。さらに、マルチビジョン投写型表示装置を構成する各投写手段の投写レンズをズームレンズとすることにより、レンズの製造誤差、光学部品の配置誤差等で単位画面間の投写倍率差が生じても、同一の投写倍率に調整可能となる。

【0029】第2の発明では、投写レンズ内部に開口径可変に構成された絞りを設け、散乱／透明状態が切り替わる画像表示デバイスの出射光の受容角を可変とするので、投写画像のコントラスト比及び輝度が観察者の好みに応じて調節可能であり、従来の投写型表示装置にはない新たな機能を追加することができる。

【0030】第3の発明では、外光の明るさに応じて投写レンズ内部の絞りの開口径が制御できるので、散乱／透明状態が切り替わる画像表示デバイスより入射する光束の受容角が可変となり、外光が変化した場合の投写画像のコントラスト比、輝度を良好な状態に自動調節できる。さらに、外光の明るさに応じて画像表示デバイスを照明するランプの駆動電力が可変となるので、外光が変化した場合の投写画像の輝度をコントラスト比とは独立に自動調節できる。以上により、従来の投写型表示装置にはない新たな機能を付加することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の投写型表示装置の説明に先立ち、この装置に採用して好適なレトロフォーカス型レンズについて説明する。小型のリア方式の液晶投写型表示装置を実現するためには、広角の投写レンズが必要である。従来広角の画像用レンズとしては1眼レフレックスカメラ用の広角レンズが知られている。しかし、本発明の液晶投写型表示装置に用いて好適な投写レンズは、1眼レフレックスカメラ用の広角レンズに対して以下の追加仕様を考慮している。

【0032】(A) 折り曲げミラー挿入のために、レンズ系内に十分な空気間隔を確保できる構成であること。

(B) 色合成用のダイクロイックプリズムを挿入するために、長いバックフォーカスを確保できること。

(C) ダイクロイックプリズムに対して、軸外光の主光線が傾いていると色むらが生じる。また、照明光を平行光（テレセントリック照明）とする場合、液晶パネル側の軸外光の主光線が傾いていると等価的に軸外のF値が増加し周辺光量が低下する。このため、投写レンズとしては液晶パネル側の軸外光の主光線がレンズ光軸に平行であること（テレセントリック性）。

(D) 広角レンズであっても、周辺照度比を十分確保できること。

本発明装置に用いる投写レンズは、上記の要求をみたし、かつ十分な解像力を有し、さらに、投写倍率を微小に変化させ投写画像のモアレ軽減、画面サイズ微調整ができるズームレンズとする。

【0033】以下、図面を参照しながらこのような投写

50

9

レンズについて説明する。図1から図26は、後述する数値実施の形態のうち代表的な構成に対応するレンズ断面図である。図には記載していないが、図1、図3、図4、図6、図8、図10、図12、図14、図16、図18、図19、図20、図21、図23、図24、図25の左方、及び図2、図5、図7、図9、図11、図13、図15、図17、図22、図26の上方にスクリーンがあるものとする。G1はスクリーン側（大きな共役側）に位置し負の屈折力を有する第1レンズ群、G2は正の屈折力を有する第2レンズ群、G3は液晶パネル3側（小さな共役側）に位置し正の屈折力を有する第3レンズ群である。第2レンズ群G2は、液晶パネル3側の近傍で、かつ第3レンズ群G3のスクリーン側焦点近傍に絞りASTを有する。また、第3レンズ群G3と液晶パネル3との間には、従来例を示す図61または図62におけるダイクロイックプリズム15と液晶パネル3のカバーガラス（図示せず）とを合わせた光学厚みを有する平行平板L9（図18ではL9及びL10）が設けられている。

【0034】なお、図1、図2は実施の形態1であり、図2は図1と同一のレンズ系に傾角 $45^\circ$ の折り曲げミラーMを挿入した状態を示している。図3は実施の形態2、図4、図5は実施の形態3、図6、図7は実施の形態4、図8、図9は実施の形態5、図10、図11は実施の形態6、図12、図13は実施の形態7、図14、図15は実施の形態8、図16、図17は実施の形態9～12、14～20、図18は実施の形態13、図19は実施の形態21、22、図20は実施の形態23、図21、図22は実施の形態24、図23～図26は実施の形態25の各レンズ断面図である。

#### 【0035】＜レンズ群の構成＞

（実施の形態1～実施の形態8）（図1、図3、図4、図6、図8、図10、図12、図14参照）：

第1レンズ群G1は、正の屈折力を持ち大きな共役側に凸面の第1レンズL1と、負の屈折力を持ち小さな共役側に強い凹面を向けた第2レンズL2と、負の屈折力を持ち小さな共役側に強い凹面を向けた第3レンズL3とにより構成されている。第2レンズ群G2は正の屈折力を持った第4レンズL4により構成され、小さな共役側近傍で、かつ第3レンズ群G3の大きな共役側の焦点近傍に絞りASTが設けられている。第3レンズ群G3は、負の屈折力を持ち小さい共役側に凹面を有する第5レンズL5と、正の屈折力を持ち大きな共役側が凸面で第5レンズL5に接合された第6レンズL6と、正の屈折力を持った第7、第8レンズL7、L8とにより構成されている。

【0036】（実施の形態9～実施の形態20）（図16、図18参照）：

第1レンズ群G1、第2レンズ群G2の構成は、実施の形態1～実施の形態8と同様である。第3レンズ群G3

(5)

10

は、負の屈折力を持ち小さい共役側に凹面を有する第5レンズL5と、正の屈折力を持ち大きな共役側が凸面で第5レンズL5に接合された第6レンズL6と、正の屈折力を持った第7レンズL7と、中心部分の屈折力が小さく、周辺部分が強い負の屈折力を有する非球面の第8レンズL8とにより構成されている。

【0037】（実施の形態21、実施の形態22）（図19参照）：

第1レンズ群G1の構成は、実施の形態1～実施の形態20の構成に対して、大きな共役側に中心部分の屈折力が弱く、周辺部分が強い正の屈折力を有する非球面レンズL0を追加している。第2レンズ群G2の構成は、実施の形態1～実施の形態20と同様である。第3レンズ群G3は、実施の形態1～実施の形態20と同様の第5、第6レンズL5、L6と正の屈折力を持った球面レンズL7、L8とから構成されている。

【0038】（実施の形態23）（図20参照）：

第1レンズ群G1の構成は、実施の形態1～実施の形態20と同様であるが、第3レンズL3が非球面レンズとなっている。第2レンズ群G2の構成は、実施の形態1～実施の形態20と同様であるが、第4レンズL4は非球面レンズである。第3レンズ群G3の構成は、実施の形態21、22と同様である。

【0039】（実施の形態24）（図21参照）：

第1レンズ群G1、第2レンズ群G2の構成は、実施の形態1～実施の形態20と同様である。また、第3レンズ群G3の構成は、実施の形態21、22と同様である。

【0040】（実施の形態25）（図23～図25参照）：

第1～第3レンズ群G1～G3の構成は、実施の形態1～実施の形態20と同様である。但し、本実施の形態では、投写倍率を微少変化させるズームレンズとなっている。このために、第2レンズ群G2の第4レンズL4を光軸方向に移動して全レンズ系の焦点距離を変可とし、これによって生じる像面の移動を第1～第3レンズ群G1～G3の光軸方向の移動により補償する。

【0041】以上のとおり、各実施の形態は共に、負の屈折力を持つ第1レンズ群G1と正の屈折力を持つ第2レンズ群G2と第3レンズ群G3とを組み合わせるとレトロフォーカス構成とし、第3レンズ群G3以降に厚い平行平板L9（図18に示す実施の形態13ではL9とL10）を挿入でき、かつ平行平板L9（図18に示す実施の形態13ではL9とL10）の前後に適切な空気間隔がとれるだけの大きなバックフォーカスを確保している。また、絞りASTは第3レンズ群G3のスクリーン側（大きな共役側）の焦点近傍に配置され、液晶パネル3側（小さな共役側）で軸外主光線を光軸に略平行に保つテレセントリック構成としている。また、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に大きな空気間隔を確

11

保し、折り曲げミラーMの挿入を可能としている。

【0042】前述した投写レンズの仕様(A)～(D)を達成するために、本レンズ系は第1、第2、第3レンズ群G1、G2、G3、及び全レンズ系の焦点距離を $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f$ とし、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔をD1とすると、以下の条件式を満足している。

$$1. \quad 8 < D1 / f < 3.0 \quad (1)$$

$$1. \quad 1 < f_2 / f_3 < 1.6 \quad (2)$$

$$1. \quad 5 < |f_1| / f < 2.3 \quad (3)$$

【0043】上記条件式の上限值、下限値の意味を以下に説明する。まず第1群レンズ群G1、第2レンズ群G2間距離D1と全レンズ系の焦点距離との比を定める

(1)式において、(1)式の上限值を越えるとミラーMの挿入には有利であるが、第1レンズ群G1の外径が大きくなり、かつレンズ全長が不必要に大きくなる。逆に(1)式の下限值を越えるとミラーMの挿入が困難になり、また、必要画角を満たすためには第1レンズ群G1の負のパワーが強くなり、軸外収差の補正が困難になる。

【0044】第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との焦点距離の比を定める(2)式の条件において、(2)式の上限值を越えると第2レンズ群G2に比べて第3レンズ群G3の正の屈折力分担が強くなりすぎるため、小さな共役側で軸外主光線を光軸に略平行にしようとする、小さな共役側で見た軸外での歪曲収差が樽型に大きく発生し、その補正が困難となる。逆に(2)式の下限值を越えると第2レンズ群G2に比べて第3レンズ群G3の正の屈折力分担が弱くなりすぎるので、レトロフォーカス型の構成が弱くなってバックフォーカスを長く保つことが困難となる。

【0045】ついで、(3)式は、第1レンズ群G1の全レンズ系に対する焦点距離の比を定めている。(3)式の上限值を越えると第1レンズ群G1の負の屈折力分担が弱すぎ、レトロフォーカス型の構成が弱くなるのでバックフォーカスを長く保つことが困難となる。また、

(3)式の上限值を越える状態で第1レンズ群G1の屈折力を保ち、長いバックフォーカスを確保するには、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2間の距離を不必要に大きくとる必要があるため、レンズ全長が増加し、それに伴って第1レンズ群G1のレンズ外径が大きくなるので好ましくない。逆に、(3)式の下限值を越えると第\*

(6)

12

\*1レンズ群G1の負の屈折力が強くなりすぎ軸外で大きな非点収差が発生しその補正が困難となる。

【0046】次に、数値例を示す。数値実施の形態を示す表1ないし表25に記載した記号の意味は以下の通りである。なお、焦点距離、倍率はe線(546.1nm)における値である。

$f$  : 投写レンズ全系の焦点距離

$\theta$  : 投写半画角(大きな共役側)

$F$  : 基準投写倍率における、実効F値(小さな共役側)

10  $\beta$  : 基準投写倍率

$f_1$  : 第1レンズ群G1の焦点距離

$f_2$  : 第2レンズ群G2の焦点距離

$f_3$  : 第3レンズ群G3の焦点距離

$f_4$  : 非球面レンズL8の焦点距離(実施の形態9～20, 25)

$f_5$  : 非球面レンズL0の焦点距離(実施の形態21, 22)

D1 : 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔

20  $m$  : スクリーン側から順次数えた面番号

$r_i$  : スクリーン側から数えて第 $i$ 番目のレンズ面の曲率半径

$d_i$  : スクリーン側から数えて第 $i$ 番目のレンズ成分の厚み及び空気間隔

$n_i$  : スクリーン側から数えて第 $i$ 番目のレンズ成分の波長546.1nm(e線)に於ける屈折率(表1～8 : 実施の形態1～8)

$n_i$  : スクリーン側から数えて第 $i$ 番目のレンズ成分の波長587.6nm(d線)に於ける屈折率(表9～25 : 実施の形態9～25)

30  $v_i$  : スクリーン側から数えて第 $i$ 番目のレンズ成分のアッペ数

AST : 絞り面

【0047】また、表9～25中に\*で示した非球面の面形状は、面の中心を原点とし光軸方向をZ軸とした直交座標系(X, Y, Z)において、 $r$ を中心曲率半径、 $K$ を円錐定数、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ を各々4次、6次、8次、10次の非球面係数とすると、下記(4)、(5)式で表されるものとする。

40 【0048】

【数1】

$$Z = \frac{\phi^2 / r}{1 + [1 - (1 + K) \phi^2 / r^2]^{1/2}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} \phi^{2i} \quad (4)$$

$$\phi = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (5)$$

【0049】＜実施の形態1＞図1は実施の形態1を示す。また本実施の形態の数値データを表1に示す。図2

50 は図1と同じ構成のレンズに傾角45°の折り曲げミラーMを挿入し光線を通した例である。図2において、第

(7)

13

1 レンズ群最終面中心 (C1) とミラーMの中心 (C2) との距離を44.06mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群G2を構成するレンズL4の小さな共役側の面に密接して配置している。図2により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間にミラーMの挿入に十分な間隔を確保できていることがわかる。周辺照度比は、軸外の瞳収差の効果により最大半画角(41.60°)において84.6%を得た。一般に投写型表示装置では周辺照度比30%が必要とされているが、これに\*

## 実施の形態1

$f=24.00$   $\theta=41.60^\circ$   $F=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-41.35$   $f2=78.82$   $f3=64.78$   $D1=65.61$   
 $D1/f=2.73$   $f2/f3=1.22$   $|f1|/f=1.72$

m	ri	di	ni	νi
1	139.17585	8.90	1.69980	55.5
2	1401.53292	0.10		
3	132.10005	3.00	1.61686	37.0
4	32.25716	10.84		
5	164.89057	3.00	1.64129	55.5
6	35.81876	65.61		
7	134.01990	4.10	1.81264	25.5
8	-120.99001	47.31		
9	-104.18790	2.57	1.81264	25.5
10	40.63287	13.71	1.73234	54.7
11	-70.25245	0.10		
12	172.28250	4.96	1.69980	55.5
13	-275.28863	0.10		
14	75.80423	7.84	1.69980	55.5
15	219.60430	5.00		
16	INF	51.00	1.51872	64.2
17	INF			

AST

【0051】<実施の形態2>図3は実施の形態2を示す。また本実施の形態の数値データを表2に示す。本実施の形態では第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔d6(=D1)は68.93mmであり、実施の形

14

\*比べて十分良好な値である。また、軸外の主光線角は0.3°以下であった。また、図2よりレンズ系の内部ではスクリーン側(大きな共役側)よりも軸外光の光軸に対する傾角が小さくなることがわかる。このために、ミラーMは投写レンズ外(スクリーン側)に配置する場合よりも小型にできる。

【0050】

【表1】

態1よりも3.32mm大きい間隔を確保できており、ミラーMの挿入には問題ない。

【0052】

【表2】

(8)

15

## 実施の形態2

$f=24.00$   $\theta=41.56^\circ$   $P=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-42.27$   $f2=79.79$   $f3=68.10$   $D1=68.93$   
 $D1/f=2.87$   $f2/f3=1.21$   $|f1|/f=1.76$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	138.07949	8.90	1.69980	55.5
2	1129.63736	0.10		
3	117.39695	2.01	1.61686	37.0
4	32.01591	11.58		
5	165.64017	2.01	1.64129	55.5
6	36.48719	68.93		
7	145.52849	4.10	1.81264	25.5
8	-115.30880	48.14		
9	-101.53291	2.57	1.81264	25.5
10	41.07525	13.71	1.73234	54.7
11	-70.47261	0.10		
12	142.18918	4.96	1.69980	55.5
13	-440.96858	0.10		
14	79.84551	7.84	1.69980	55.5
15	259.57190	5.00		
16	INF	51.00	1.51872	64.2
17	INF			

AST

【0053】＜実施の形態3＞図4は実施の形態3を示す。また本実施の形態の数値データを表3に示す。本実施の形態では第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔d6(=D1)は53.83mmであり、実施の形態1よりも11.78mm小さい間隔となっている。図5は図4と同じ構成のレンズに傾角45°のミラーMを挿入し光線を通した例である。図5において、第1レンズ群G1の最終面中心(C1)からミラーMの中心(C\*

20 \* 2)に至る距離を34.6mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群G2を構成するレンズL4の小さな共役側の面に密接して配置している。図5により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に十分ミラーMを挿入できることがわかる。

【0054】

【表3】

## 実施の形態3

$f=25.01$   $\theta=40.64^\circ$   $P=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-39.74$   $f2=73.44$   $f3=61.20$   $D1=53.83$   
 $D1/f=2.15$   $f2/f3=1.20$   $|f1|/f=1.59$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	146.47790	8.90	1.69980	55.5
2	-9528.73000	0.10		
3	166.98639	3.00	1.61686	37.0
4	29.32481	6.68		
5	77.99258	3.00	1.64129	55.5
6	30.44297	53.83		
7	442.15849	4.10	1.81264	25.5
8	-68.70715	45.61		
9	-101.08267	2.57	1.81264	25.5
10	40.44856	13.71	1.73234	54.7
11	-61.07050	0.10		
12	409.67064	4.96	1.69980	55.5
13	-163.95741	0.10		
14	95.94786	7.84	1.69980	55.5
15	688.57440	5.00		
16	INF	51.00	1.51872	64.2
17	INF			

AST

【0055】＜実施の形態4＞図6は実施の形態4を示す。また本実施の形態の数値データを表4に示す。本実施の形態では第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔d6(=D1)は47.65mmであり、実施の形

態1よりも17.96mm小さい間隔となっている。図7は図6と同じ構成のレンズに傾角45°のミラーMを挿入し光線を通した例である。図7において、第1レンズ群G1の最終面中心(C1)からミラーMの中心(C



(9)

17

2) に至る距離を28.5mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群G2を構成するレンズL4の小さな共役側の面に密接して配置している。図7により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間にミラーMをコン\*

## 実施の形態4

$f=23.83$   $\theta=41.94^\circ$   $P=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-38.88$   $f2=74.83$   $f3=60.55$   $D1=47.65$   
 $D1/f=2.00$   $f2/f3=1.24$   $|f1|/f=1.63$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	142.84549	8.90	1.69980	55.5
2	2664.39249	0.10		
3	142.87467	3.00	1.61686	37.0
4	30.86992	7.58		
5	92.27099	3.00	1.64129	55.5
6	29.69118	47.65		
7	555.51124	21.91	1.81264	25.5
8	-67.07983	44.63		
9	-100.21012	2.57	1.81264	25.5
10	42.19455	13.71	1.73234	54.7
11	-63.95782	0.10		
12	410.78378	4.96	1.69980	55.5
13	-132.22409	0.10		
14	118.11951	7.84	1.69980	55.5
15	INF	5.00		
16	INF	51.00	1.51872	64.2
17	INF			

AST

【0057】<実施の形態5>図8は実施の形態5を示す。また本実施の形態の数値データを表5に示す。図9は図8と同じ構成のレンズに傾角45°のミラーMを挿入し光線を通した例である。図9において、第1レンズ群最終面中心(C1)とミラーMの中心(C2)との距離を37.00mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群G2を構成するレンズL4の小さな共役側の面の後方1mmに配置している(表5の第9面)。図9により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間にミラーMの挿入に十分な間隔を確保できていることがわかる。周辺照度比は、軸外の瞳収差の効果により最大半面

\*パクトに実装できることがわかる。

【0056】

【表4】

角(43.30°)において81%を得た。一般に投写型表示装置では周辺照度比30%が必要とされているが、これに比べて十分良好な値である。また、軸外の主光線傾角は0.6°以下であった。また、図9よりレンズ系の内部ではスクリーン側(大きな共役側)に出射する光束よりも軸外光の光軸に対する傾角が小さくなることからわかる。このために、ミラーMは投写レンズ外(スクリーン側)に配置する場合よりも小形にできる。

【0058】

【表5】

(10)

19

## 実施の形態 5

$f=24.00$   $\theta=43.30^\circ$   $F=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-42.27$   $f2=73.40$   $f3=58.09$   $D1=55.45$   
 $D1/f=2.31$   $f2/f3=1.28$   $|f1|/f=1.76$

m	r i	d i	n i	$\nu$ i
1	134.00000	12.00	1.69980	55.5
2	852.40000	0.20		
3	130.40000	3.00	1.61686	37.0
4	33.75800	11.25		
5	122.00000	3.00	1.64129	55.5
6	32.15000	55.45		
7	148.00000	10.00	1.81264	25.5
8	-96.89200	1.00		
9	INF	35.85		
10	-73.90000	3.00	1.81264	25.5
11	39.40000	18.00	1.73234	54.7
12	-62.25000	0.20		
13	297.80000	6.05	1.69980	55.5
14	-165.07000	0.20		
15	87.20200	7.60	1.69980	55.5
16	INF	5.00		
17	INF	51.00	1.51872	64.2
18	INF			

AST

【0059】＜実施の形態6＞図10は実施の形態6を示す。また本実施の形態の数値データを表6に示す。図11は図10と同じ構成のレンズに傾角 $4.5^\circ$ のミラーMを挿入し光線を通した例である。図11において、第1レンズ群最終面中心(C1)とミラーMの中心(C2)との距離を37.00mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群G2を構成するレンズL4の小さな共\*

20 \* 役側の面の後方1mmに配置している(表6の第9面)。図11により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間にミラーMの挿入に十分な間隔を確保できていることがわかる。

【0060】

【表6】

## 実施の形態 6

$f=24.00$   $\theta=43.15^\circ$   $F=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-42.38$   $f2=73.60$   $f3=58.04$   $D1=55.49$   
 $D1/f=2.31$   $f2/f3=1.27$   $|f1|/f=1.77$

m	r i	d i	n i	$\nu$ i
1	133.71189	12.00	1.69980	55.5
2	897.73287	0.20		
3	131.74787	3.00	1.61686	37.0
4	33.61126	11.25		
5	121.13110	3.00	1.64129	55.5
6	32.31787	55.49		
7	148.79356	10.00	1.81264	25.5
8	-96.99648	1.00		
9	INF	35.81		
10	-73.31168	3.03	1.81264	25.5
11	39.37385	18.00	1.73234	54.7
12	-61.28330	0.20		
13	297.62443	6.07	1.69980	55.5
14	-170.03076	0.20		
15	87.18402	7.64	1.69980	55.5
16	INF	5.00		
17	INF	51.00	1.51872	64.2
18	INF			

AST

【0061】＜実施の形態7＞図12は実施の形態7を示す。また本実施の形態の数値データを表7に示す。本実施の形態では第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔 $d6(=D1)$ は50.44mmであり、実施の

形態5よりも5.01mm小さい間隔となっている。図13は図12と同じ構成のレンズに傾角 $4.5^\circ$ のミラーMを挿入し光線を通した例である。図において、第1レンズ群G1の最終面中心(C1)からミラーMの中心

(11)

21

(C2)に至る距離を32.0mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群G2を構成するレンズL4の小さな共役側の面に密接して配置している(表7の第9面)。図13により、第1レンズ群G1と第2レンズ群\*

## 実施の形態7

$f=24.00$   $\theta=43.28^\circ$   $F=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-38.93$   $f2=71.91$   $f3=61.38$   $D1=50.44$   
 $D1/f=2.10$   $f2/f3=1.17$   $|f1|/f=1.62$

m	$r_i$	$d_i$	$n_i$	$\nu_i$
1	136.53513	12.00	1.69980	55.5
2	980.12571	0.09		
3	129.33447	3.00	1.61686	37.0
4	31.19552	9.79		
5	94.73813	3.00	1.64129	55.5
6	29.10866	50.44		
7	671.82960	16.86	1.81264	25.5
8	-63.28762	0.00		
9	INF	41.47		
10	-100.80370	3.03	1.81264	25.5
11	40.30690	18.00	1.73234	54.7
12	-63.45385	0.10		
13	705.07045	6.07	1.69980	55.5
14	-133.81413	0.10		
15	117.24205	7.64	1.69980	55.5
16	INF	5.00		
17	INF	51.00	1.51872	64.2
18	INF			

AST

【0063】<実施の形態8>図14は実施の形態8を示す。また、本実施の形態の数値データを表8に示す。本実施の形態では第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔 $d_6 (=D1)$ は45.13mmであり、実施の形態5よりも10.32mm小さい間隔となっている。図15は図14と同じ構成のレンズに傾角 $45^\circ$ のミラーMを挿入し光線を通した例である。図において、第1レンズ群G1の最終面中心(C1)からミラーMの

\*G2との間に十分ミラーMを挿入できることがわかる。

【0062】

【表7】

中心(C2)に至る距離を28.0mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群を構成するレンズL4の小さな共役側の面に密接して配置している(表8の第9面)。図15により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間にミラーMをコンパクトに実装できることがわかる。

【0064】

【表8】

(12)

23

## 実施の形態 8

$f=24.00$   $\theta=48.29^\circ$   $F=4.5$   $\beta=23.5$   
 $f1=-38.98$   $f2=72.76$   $f3=61.57$   $D1=45.13$   
 $D1/f=1.88$   $f2/f3=1.18$   $|f1|/f=1.62$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	135.58642	12.00	1.69980	55.5
2	874.87953	0.09		
3	126.38481	2.84	1.61886	37.0
4	30.51499	10.38		
5	98.05461	2.84	1.64120	55.5
6	30.15873	45.13		
7	723.13709	27.18	1.81264	25.5
8	-63.30892	0.00		
9	INF	41.97		
10	-109.36421	3.03	1.81264	25.5
11	40.89621	18.00	1.73234	54.7
12	-86.03057	0.10		
13	569.43909	6.07	1.69980	55.5
14	-131.03458	0.10		
15	124.74636	7.64	1.69980	55.5
16	INF	5.00		
17	INF	51.00	1.51872	64.2
18	INF			

AST

【0065】＜実施の形態9＞図16は実施の形態9を示す。また本実施の形態の数値データを表9に示す。図17は図16と同じ構成のレンズに傾角 $4.5^\circ$ のミラーMを挿入し光線を通した例である。図17において、第1レンズ群最終面中心(C1)とミラーMの中心(C2)との距離を60.0mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群を構成するレンズL4の小さな共役側の面の後方3.3mmに配置している(表9の第9面)。図17により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間にミラーMの挿入に十分な間隔を確保できていることがわかる。軸外の主光線傾角は $1^\circ$ 以下であり、良好なテレセントリック性が得られている。また、図17よりレンズ系の内部(G1～G2間)ではスクリーン側(大きな共役側)に出射する光束よりも軸外光の光軸に対する傾角が小さくなることがわかる。このために、ミラーMは投写レンズ外(スクリーン側)に配置する場合よりも小形にできる。周辺照度比は、軸外の瞳収差の効果により最大半画角にて55%以上が得られている。一

般に投写型表示装置では周辺照度比30%が必要とされているのが、これに比べて十分良好な値である。さらに、非球面レンズL8は中心のパワーが小さく周辺が大きな負のパワーを有しており、液晶パネル3側でみた周辺部の負の歪曲収差と高次非点収差との補正をバランスよく行っている。

【0066】なお、後述する実施の形態10～20及び実施の形態25を含めて、第3レンズ群G3の最終レンズL8を非球面レンズとする構成では、L8の焦点距離 $f_4$ と全レンズ系の焦点距離 $f$ の比が(6)式の関係を満たすことが望ましい。

$$|f_4|/f > 10 \quad (6)$$

(6)式の下限値を越えると、非球面レンズL8の軸上屈折力が強くなりすぎる。この為、L8をプラスチック材料で作成すると、温度・湿度等の環境変化による投写画像の焦点ズレの問題が無視できなくなる。

【0067】

【表9】

(13)

25

実施の形態 9

$f=41.02$   $\theta=43.35^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-89.85$   $f2=118.52$   $f3=88.30$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.34$   $|f1|/f=2.04$   
 $f4=-1718.07$   $|f4|/f=41.88$

m	r i	d i	n i	$\nu$ i
1	209.28882	18.00	1.69680	55.5
2	740.90423	0.20		
3	190.31778	5.00	1.61293	37.0
4	59.32194	21.02		
5	338.42940	4.00	1.63854	55.4
6	69.63940	95.00		
7	320.89460	14.00	1.69894	30.1
8	-110.81612	3.30		
9	INF	55.46		
10	-60.17964	10.83	1.84666	23.8
11	162.62940	26.00	1.69680	55.5
12	-59.95669	0.20		
13	126.56120	23.00	1.62299	58.1
14	-141.09431	0.20		
15	-515.53888	3.00	1.49154	57.8
16	-1317.55068	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

&lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	101.211102	0.253221E-7	0.666013E-10	0.825652E-14	0.720830E-17
16	-2000.000000	0.389066E-6	0.457664E-10	0.361257E-13	0.444744E-17

【0068】<実施の形態10～12>実施の形態10  
 ～12の数値データを表10～12に示す。各実施の形  
 態のレンズ断面図は、実施の形態9を示す図16とほぼ  
 同等である。これら各実施の形態でも、第1レンズ群G\*

\*1、第2レンズ群G2間に実施の形態9と同程度の空気  
 間隔を確保できており、ミラーMの挿入には問題ない。

【0069】

【表10】

実施の形態 10

$f=41.01$   $\theta=43.25^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-78.55$   $f2=116.78$   $f3=92.35$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.26$   $|f1|/f=1.92$   
 $f4=-1846.54$   $|f4|/f=45.03$

m	r i	d i	n i	$\nu$ i
1	214.09482	18.00	1.69680	55.5
2	910.92980	0.10		
3	193.62553	5.00	1.61293	37.0
4	56.62424	21.52		
5	358.74711	4.00	1.63854	55.4
6	68.54356	95.00		
7	275.62302	14.00	1.69894	30.1
8	-114.80012	3.31		
9	INF	60.70		
10	-56.84164	4.34	1.84666	23.8
11	191.34903	26.00	1.69680	55.5
12	-57.44741	0.10		
13	122.68404	23.00	1.62299	58.1
14	-141.10233	0.10		
15	-509.36767	3.00	1.49154	57.8
16	-1156.99893	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

&lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	102.52516	0.343121E-7	0.765024E-10	0.105031E-13	0.924494E-17
16	-2000.000000	0.405307E-6	0.541539E-10	0.452024E-13	0.534341E-17

【0070】

【表11】

(14)

27

## 実施の形態 1 1

$f=41.02$   $\theta=43.31^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-80.97$   $f2=117.92$   $f3=90.62$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.30$   $|f1|/f=1.97$   
 $f4=-1836.13$   $|f4|/f=44.76$

m	ri	di	ni	vi
1	207.13526	18.00	1.69680	55.5
2	758.25591	0.10		
3	185.17029	5.00	1.61293	37.0
4	58.14060	22.16		
5	469.20601	4.00	1.63854	55.4
6	71.34215	95.00		
7	278.16884	14.00	1.69894	30.1
8	-115.96523	3.31		
9	INF	58.95		
10	-57.07889	5.68	1.84666	23.8
11	188.26919	26.16	1.69880	55.5
12	-57.43884	0.10		
13	123.85803	23.00	1.62299	58.1
14	-141.04934	0.10		
15	-508.72473	3.00	1.49154	57.8
16	-1162.01899	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	102.60548	0.926668-7	0.760660E-10	0.105266E-13	0.918507E-17
16	-2000.000000	0.408050E-6	0.535449E-10	0.445391E-13	0.517802E-17

【0071】

\* \* 【表12】

## 実施の形態 1 2

$f=41.01$   $\theta=43.25^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-77.81$   $f2=116.41$   $f3=92.57$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.26$   $|f1|/f=1.90$   
 $f4=-1987.38$   $|f4|/f=48.46$

m	ri	di	ni	vi
1	218.48840	17.00	1.69680	55.5
2	1028.03053	0.10		
3	196.04580	5.00	1.61293	37.0
4	57.99843	21.50		
5	425.30204	4.00	1.63854	55.4
6	68.23706	95.00		
7	240.48781	14.00	1.69894	30.1
8	-121.43348	3.31		
9	INF	60.91		
10	-56.74421	3.91	1.84666	23.8
11	192.38945	28.00	1.69880	55.5
12	-57.85630	0.10		
13	120.39684	23.00	1.62299	58.1
14	-141.16501	0.10		
15	-510.31629	3.00	1.49154	57.8
16	-1065.78653	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	102.380758	0.349514E-7	0.760766E-10	0.102687E-13	0.926386E-17
16	-2000.000000	0.403883E-6	0.559040E-10	0.461159E-13	0.554591E-17

【0072】<実施の形態13>図18は実施の形態13のレンズ断面図である。また数値データを表13に示す。本実施の形態でも、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2間に実施の形態9と同程度の空気間隔を確保でき、ミラーMの挿入が可能である。また、本実施の形態では、第3レンズ群G3後の平行平板として厚さ70mmのPMMA樹脂L9と、厚さ1mmのガラス板L

10(BSC7:HOYA(株)製)を挿入した状態で収差補正を行なっている。これは、第3の発明に関連して後述するように色合成用のダイクロイックプリズムをPMMA樹脂を用いて作成することを想定したものである。また、1mm厚のガラス板は液晶パネルの液晶封入用ガラス基板を想定している。

【0073】本実施の形態の如くダイクロイックプリズ

(15)

29

ムをプラスチック化しても良好に収差補正が可能であり、投写型表示装置の低価格化、軽量化を実現できる。なお、ダイクロイックプリズム相当の平行平板L9は屈折力を持たないので、温度・湿度等の環境変化によってプラスチック材料の屈折率が変化しても投写画像の焦点ずれには大きな影響がない。また、PMMA以外のプラスチック材料として、例えばPC、ZEONEX（日本ゼオン（株）製）、OZ1000（日立化成工業（株）製）ARTON（日本合成ゴム（株）製）、APO（三井石油化学工業（株）製）等も使用可能である。また、<sup>10</sup> 本実施の形態ではプラスチック平行平板L9の厚みは7\*

30

\* 0mmとしたが、従来の投写型表示装置を示す図61、図62より明らかなように、液晶パネル3の画面サイズに応じて調節可能である。従って、70mm以下の寸法（例えば15～70mm程度）でも、本レンズ系と同等の構成により十分収差補正可能である。また、L9の厚みが70mmを越えても、液晶パネル3の配置に支障がない限りにおいて同様に収差補正可能である。すなわち、平行平板の全厚みの90%以上をプラスチック化しても十分に収差補正可能である。

【0074】

【表13】

実施の形態13

$f=41.00$   $\theta=43.34^\circ$   $P=4.5$   $\theta=14.5$   
 $f1=-84.12$   $f2=119.57$   $f3=89.29$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.35$   $|f1|/f=2.05$   
 $f4=-1709.02$   $|f4|/f=41.54$

m	ri	di	ni	vi
1	208.10985	18.00	1.69680	55.5
2	760.71289	0.20		
3	193.50540	5.00	1.61293	37.0
4	59.27085	21.03		
5	342.67312	4.00	1.63954	55.4
6	70.22761	95.00		
7	334.13001	14.00	1.69894	30.1
8	-110.66841	3.30		
9	INF	54.88		
10	-61.04168	11.64	1.84686	23.8
11	158.38334	26.00	1.68680	55.5
12	-60.48160	0.20		
13	128.04196	23.00	1.62299	58.1
14	-141.07358	0.20		
15	-517.11596	3.00	1.49154	57.8
16	-1346.4762	20.00		
17	INF	70.00	1.49154	57.8
18	INF	1.00	1.51680	64.2
19	INF			

AST

\*  
\*

&lt;非球面係数&gt;

m	K	A4	A6	A8	A10
15	100.776415	0.283045B-7	0.646495B-10	0.912131B-14	0.686408B-17
16	-2000.000000	0.360230B-6	0.447362B-10	0.344526B-13	0.432582B-17

【0075】<実施の形態14～20>実施の形態14～20の数値データを表14～20に示す。各実施の形態のレンズ断面図は、実施の形態9を示す図16と類似しているので図示を省略する。これら各実施の形態でも、第1レンズ群、第2レンズ群間に実施の形態9と同

程度の空気間隔を確保できており、ミラーMの挿入には問題ない。

【0076】

【表14】

(16)

31

32

## 実施の形態 1 4

$f=41.02$   $\theta=43.41^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-80.79$   $f2=131.75$   $f3=90.42$   $D1=93.00$   
 $D1/f=2.27$   $f2/f3=1.46$   $|f1|/f=1.97$   
 $f4=-813.27$   $|f4|/f=19.83$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	247.63993	17.00	1.69680	55.5
2	869.53816	0.10		
3	180.49687	5.00	1.61293	37.0
4	59.15650	21.82		
5	394.02309	4.00	1.63854	55.4
6	71.68554	93.00		
7	779.91992	14.00	1.80518	25.5
8	-123.10690	11.71		
9	INF	62.12		
10	-61.94791	2.80	1.80518	25.5
11	132.49952	25.50	1.71300	53.9
12	-60.68283	0.10		
13	128.02330	24.23	1.67790	55.5
14	-144.33425	0.12		
15	-545.16245	3.58	1.49154	57.8
16	1525.448159	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	102.000000	-0.135920E-6	0.544489E-10	0.511768E-14	0.424992E-17
16	-2000.000000	0.395527E-8	0.129353E-10	0.257261E-13	0.592184E-17

【0077】

\* \* 【表15】

## 実施の形態 1 5

$f=41.00$   $\theta=43.46^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-85.37$   $f2=139.19$   $f3=88.93$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.57$   $|f1|/f=2.08$   
 $f4=-1997.50$   $|f4|/f=48.72$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	223.60991	18.00	1.69680	55.5
2	816.85357	0.20		
3	218.87795	5.00	1.61293	37.0
4	60.82318	21.82		
5	427.20443	4.00	1.63854	55.4
6	78.31506	95.00		
7	1842.49361	14.00	1.80518	25.5
8	-120.09981	12.00		
9	INF	62.60		
10	-74.15737	3.00	1.80518	25.5
11	112.57176	26.00	1.71300	53.9
12	-63.64452	0.20		
13	173.92379	23.00	1.67790	55.5
14	-137.91210	0.20		
15	-519.52669	3.00	1.49154	57.8
16	-1100.36498	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	90.479412	-0.943206E-8	0.289802E-10	0.547844E-14	0.566579E-17
16	-2000.000000	0.246380E-6	0.380317E-10	0.206938E-13	0.367889E-17

【0078】

【表16】



(17)

33

34

## 実施の形態 16

$f=41.00$   $\theta=43.35^\circ$   $P=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-84.86$   $f2=135.66$   $f3=87.65$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.55$   $|f1|/f=2.07$   
 $f4=-1662.67$   $|f4|/f=40.55$

m	ri	di	ni	vi
1	257.41023	12.84	1.69680	55.5
2	1130.80334	0.10		
3	179.27669	2.80	1.61293	37.0
4	61.14283	20.93		
5	318.65098	2.80	1.63854	55.4
6	70.92954	95.00		
7	615.02360	8.00	1.80518	25.5
8	-133.53002	14.15		
9	INF	61.07		
10	-60.41649	2.80	1.80518	25.5
11	149.20663	22.88	1.71300	53.9
12	-58.65602	0.10		
13	128.37404	19.03	1.67790	55.5
14	-152.80432	0.10		
15	-722.06424	3.00	1.49154	57.8
16	-6019.57696	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	199.700459	-0.983286E-7	0.470225E-10	0.668325E-14	0.738259E-17
16	-1000.000000	0.333081E-6	0.343574E-10	0.293414E-13	0.449826E-17

【0079】

\* \* 【表17】

## 実施の形態 17

$f=41.00$   $\theta=43.30^\circ$   $P=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-81.76$   $f2=129.91$   $f3=89.73$   $D1=93.00$   
 $D1/f=2.27$   $f2/f3=1.45$   $|f1|/f=1.99$   
 $f4=-829.17$   $|f4|/f=20.22$

m	ri	di	ni	vi
1	241.86167	17.00	1.69680	55.5
2	1042.70429	0.20		
3	187.11785	5.00	1.61293	37.0
4	60.44744	21.03		
5	352.58126	4.00	1.63854	55.4
6	69.85648	98.00		
7	637.35510	14.00	1.80518	25.5
8	-125.28619	11.45		
9	INF	59.18		
10	-60.25897	3.00	1.80518	25.5
11	132.82538	25.50	1.71300	53.9
12	-58.94358	0.20		
13	120.98851	22.00	1.65020	55.7
14	-145.87655	0.20		
15	-713.93564	3.00	1.52540	56.3
16	1131.46191	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	200.952916	-0.106096E-6	0.589142E-10	0.796031E-14	0.701461E-17
16	404.800069	0.374221E-6	0.190396E-10	0.310185E-13	0.670009E-17

【0080】

【表18】

(18)

35

実施の形態 18

$f=41.00$   $\theta=43.33^\circ$   $P=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-82.33$   $f2=131.31$   $f3=89.29$   $D1=93.00$   
 $D1/f=2.27$   $f2/f3=1.47$   $|f1|/f=2.01$   
 $f4=-878.85$   $|f4|/f=21.44$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	248.28621	17.00	1.69680	55.5
2	1088.41351	0.20		
3	206.70541	5.00	1.61293	37.0
4	61.27672	20.63		
5	324.37105	4.00	1.63854	55.4
6	69.56946	93.00		
7	718.53086	14.00	1.80518	25.5
8	-124.22268	12.71		
9	INF	58.98		
10	-60.81688	3.00	1.80518	25.5
11	134.68545	25.50	1.71300	53.9
12	-58.81675	0.20		
13	128.92691	22.00	1.67790	55.5
14	-152.22962	0.20		
15	-717.64984	3.21	1.52540	56.3
16	1312.42964	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

&lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	200.954009	-0.110832E-6	0.536284E-10	0.656798E-14	0.877729E-17
16	321.788587	0.954296E-6	0.212024E-10	0.291269E-13	0.566620E-17

【0081】

\* \* 【表19】

実施の形態 19

$f=41.00$   $\theta=43.33^\circ$   $P=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-84.63$   $f2=134.96$   $f3=83.10$   $D1=95.00$   
 $D1/f=2.32$   $f2/f3=1.53$   $|f1|/f=2.06$   
 $f4=-1507.90$   $|f4|/f=36.78$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	263.71173	13.18	1.69680	55.5
2	1494.08116	0.10		
3	197.25859	2.80	1.61293	37.0
4	62.39665	19.93		
5	300.34884	2.80	1.63854	55.4
6	69.80455	95.00		
7	538.93483	10.26	1.80518	25.5
8	-136.51341	13.07		
9	INF	61.57		
10	-60.56141	2.80	1.80518	25.5
11	144.95228	22.89	1.71300	53.9
12	-58.72942	0.10		
13	128.05226	18.96	1.67790	55.5
14	-152.72486	0.10		
15	-729.88175	3.00	1.52540	56.3
16	-8848.89019	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

\*  
\*

&lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	198.348669	-0.103625E-6	0.479375E-10	0.565819E-14	0.660449E-17
16	-1000.000000	0.317395E-6	0.242825E-10	0.277963E-13	0.471785E-17

【0082】

【表20】

(19)

37

実施の形態 2 0

$f=41.00$   $\theta=43.27^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-81.96$   $f2=127.70$   $f3=90.89$   $D1=97.00$   
 $D1/f=2.37$   $f2/f3=1.41$   $|f1|/f=2.00$   
 $f4=-3297.50$   $|f4|/f=80.48$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	217.01481	13.73	1.69680	55.5
2	823.26087	0.10		
3	155.37376	2.20	1.61293	37.0
4	57.95555	21.52		
5	318.80893	2.20	1.63854	55.4
6	65.59215	97.00		
7	635.45823	7.00	1.80518	25.5
8	-123.42112	5.29		
9	INF	65.49		
10	-66.86998	2.20	1.80518	25.5
11	113.84212	24.08	1.71800	53.9
12	-60.77909	0.10		
13	142.83715	16.21	1.69680	55.5
14	-180.08480	0.10		
15	-1125.93847	2.20	1.52540	56.3
16	-3193.16731	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

 $\phi$   
 $\phi$ 

&lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	205.302614	-0.143209E-6	0.436306E-10	0.352016E-14	0.459894E-17
16	2243.146704	0.301114E-6	0.395417E-11	0.212912E-13	0.505731E-17

【0083】<実施の形態 2 1>図 1 9 は実施の形態 2 1 のレンズ断面図である。実施の形態 2 1 の数値データを表 2 1 に示す。第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 間に十分大きな空気間隔を確保できており、ミラー M の挿入には全く問題ない。本実施の形態では、第 1 レンズ群 G 1 を 4 枚構成とし、大きな共役側のレンズ L 0 を軸上の屈折力が弱く、周辺部が強い正の屈折力を有する両面非球面レンズとして、主として軸外の歪曲収差を補正している。なお、非球面レンズ L 0 は、後述する実施の形態 2 2 を含めて、L 0 の焦点距離  $f_5$  と全レンズ系の

焦点距離  $f$  との比が (7) 式の関係を満たすことが望ましい。

$$|f_5|/f > 100 \quad (7)$$

(7) 式の下限値を越えると、非球面レンズ L 0 の軸上屈折力が強くなりすぎる。このため、L 0 をプラスチック材料で作成する場合、温度・湿度等の環境変化による投写画像の焦点ズレの問題が無視できなくなる。

【0084】

【表 2 1】

30

(20)

39

40

## 実施の形態 2 1

$f=41.00$   $\theta=42.55^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-72.66$   $f2=135.07$   $f3=107.46$   $D1=104.43$   
 $D1/f=2.55$   $f2/f3=1.26$   $|f1|/f=1.77$   
 $f5=5.8283$   $f5/f=142$

m	ri	di	ni	vi
1	817.86370	23.95	1.49154	57.8
2	1132.05530	0.99		
3	342.82557	17.00	1.69680	55.5
4	3105.23658	0.22		
5	4134.01653	6.00	1.61293	37.0
6	58.61559	16.88		
7	139.01296	5.00	1.63854	55.4
8	65.35020	104.43		
9	939.98114	30.00	1.80518	25.5
10	-155.67589	8.11		
11	INF	64.91		
12	-135.31259	19.58	1.80518	25.5
13	77.61582	23.00	1.72916	54.7
14	-103.27451	0.20		
15	1141.72544	17.28	1.69680	55.5
16	-229.34545	0.20		
17	197.29068	24.94	1.69680	55.5
18	17773.90784	20.00		
19	INF	71.00	1.51680	64.2
20	INF			

\*  
\*

AST

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A4	A6	A8	A10
1	49.136111	0.108317E-6	-0.282015E-11	-0.240621E-16	0.374139E-20
2	-6.226369	0.660407E-9	-0.118567E-12	-0.386260E-17	0.155721E-20

【0085】<実施の形態 2 2>実施の形態 2 2 の数値データを表 2 2 に示す。本実施の形態のレンズ断面図は、実施の形態 2 1 を示す図 1 9 と類似している。本実施の形態でも、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 間に十分大きな空気間隔を確保できており、ミラー M の挿入

\* 入には問題ない。また、本実施の形態では第 1 レンズ群のレンズ L 0 の大きな共役側の面だけを非球面として、主として軸外の歪曲収差を補正している。

【0086】

【表 2 2】

## 実施の形態 2 2

$f=41.00$   $\theta=42.79^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=-72.15$   $f2=133.23$   $f3=107.69$   $D1=104.66$   
 $D1/f=2.55$   $f2/f3=1.24$   $|f1|/f=1.76$   
 $f5=2.5065$   $f5/f=6.10E3$

m	ri	di	ni	vi
1	809.71244	16.07	1.49154	57.8
2	809.71734	0.99		
3	220.69091	17.06	1.69680	55.5
4	965.58137	0.20		
5	1093.08613	5.08	1.61293	37.0
6	59.85684	18.67		
7	162.76270	4.49	1.63854	55.4
8	61.41639	104.66		
9	256.85666	30.00	1.80518	25.5
10	-177.35439	1.63		
11	INF	67.58		
12	-123.58094	12.08	1.80518	25.5
13	73.62199	22.25	1.72916	54.7
14	-99.09597	0.20		
15	858.68817	22.98	1.69680	55.5
16	-212.31665	0.20		
17	199.27482	21.65	1.69680	55.5
18	INF	20.00		
19	INF	71.00	1.51680	64.2
20	INF			

\*

AST

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A4	A6	A8	A10
1	46.036429	0.103407E-6	-0.230100E-11	-0.388917E-16	0.190263E-20

【0087】<実施の形態 2 3>図 2 0 は実施の形態 2 のレンズ断面図である。また、表 2 3 に本実施の形態

の数値データを示す。本実施の形態では、上記実施の形態 2 1、2 2 よりもさらに大きな第 1 レンズ群 G 1、第

(21)

41

2 レンズ群G 2間の空気間隔を確保できており、ミラー挿入には問題ない。また、第1レンズ群G 1の液晶パネル3側のレンズL 3及び第2レンズ群G 2のレンズL 4を共に非球面レンズとしており、軸上の球面収差と軸外の歪曲収差、高次非点収差とを高度にバランスよく補正\*

42

\* している。本実施の形態では、比較的レンズ径が小さなL 3とL 4とを非球面化しているので、非球面の作成が容易である。

【0088】

【表23】

実施の形態23

$f=40.00$   $\theta=42.16^\circ$   $F=4.5$   $\beta=14.5$   
 $f1=68.13$   $f2=130.85$   $f3=113.66$   $D1=107.92$   
 $D1/f=2.70$   $f2/f3=1.15$   $|f1|/f=1.73$

m	ri	di	ni	vi
1	180.68805	22.00	1.69880	55.5
2	206.04152	0.20		
3	110.37469	5.00	1.61293	37.0
4	53.37385	18.72		
5	104.95392	4.08	1.52540	59.3
6	36.18035	107.92		
7	438.02379	35.00	1.49154	57.8
8	-73.74918	1.00		
9	INF	89.88		
10	-258.71093	5.28	1.80518	25.5
11	77.08544	21.50	1.72816	54.7
12	-130.52172	0.20		
13	988.10879	7.50	1.69880	55.5
14	-250.87101	0.20		
15	192.39328	8.00	1.69880	55.5
16	8635.28834	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

\*\*\*  
AST

&lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
5	-0.768377	0.336042E-6	-0.167690E-9	-0.535577E-13	0.318776E-16
6	-0.387352	-0.771756E-6	0.311738E-9	-0.108539E-11	0.238353E-15
7	-221.396534	-0.812804E-6	0.572113E-8	-0.203942E-10	0.248052E-13
8	0.73203	0.177862E-6	0.116991E-8	0.168784E-11	-0.251716E-13

【0089】<実施の形態24>図21は実施の形態24を示す。また本実施の形態の数値データを表24に示す。図22は図21と同じ構成のレンズに傾角45°のミラーMを挿入し光線を通した例である。図22において、第1レンズ群最終面中心(C1)とミラーMの中心(C2)との距離を56.23mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群を構成するレンズL4の小さな共役側の面の後方1.64mmに配置している(表24の第9面)。第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との比

較的小さい間隔(88.23mm)にミラーMをコンパクトに挿入できることがわかる。なお、本実施の形態は全レンズを球面レンズで構成しており、後に収差図を示すように比較的歪曲収差が大きいものの、TV画像の表示等の用途には十分な性能であり、しかも非球面を使用しないので安価に製造可能である。

【0090】

【表24】

(22)

43

## 実施の形態 24

44

$f=41.09$     $\theta=43.82^\circ$     $F=4.5$     $\beta=14.5$   
 $f1=-72.39$     $f2=127.06$     $f3=102.95$     $D1=88.23$   
 $D1/f=2.15$     $f2/f3=1.23$     $|f1|/f=1.76$

m	r i	d i	n i	$\nu i$
1	230.79216	25.88	1.69680	55.5
2	2311.34846	0.10		
3	256.97749	2.40	1.61293	37.0
4	70.07194	16.86		
5	375.71609	2.40	1.63854	55.4
6	52.65456	88.23		
7	479.91760	50.00	1.80518	25.5
8	-125.41794	1.64		
9	INF	64.29		
10	-101.85108	13.84	1.80518	25.5
11	85.93577	22.52	1.78400	51.1
12	-91.14216	0.10		
13	1107.96055	7.29	1.69350	50.8
14	-250.34875	0.33		
15	182.88709	24.48	1.69350	50.8
16	-7552.93986	20.00		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

【0091】＜実施の形態25＞図23、図24、図25は実施の形態25を示す。本実施の形態はズームレンズであり、図23～図25の順に焦点距離が大きくなっている。また本実施の形態の数値データを表25に示す。図26(a)～図26(c)は図23～図25と同じ構成のレンズに傾角 $4.5^\circ$ のミラーMを挿入し光線を通した例である。図26において、第1レンズ群G1の最終面中心(C1)とミラーMの中心(C2)との距離を53.00mmとした。また、絞りASTは第2レンズ群G2を構成するレンズL4の小さな共役側の面の後方4～20mmに配置している(表25の第9面)。図26により、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間にミラーMを挿入できることがわかる。

【0092】本実施の形態では全レンズ系の焦点距離を変えるために、第2レンズ群G2のレンズL4を単独で光軸方向に移動している(表25のa、b)。これによ

り、液晶パネル3側のテレセントリック性を保ったまま全レンズ系の焦点距離を可変できる。そして、この焦点距離変化にともなう液晶パネル3側の像面ズレを補償するためにレンズ群G1、G2、G3の全系を平行平板L9に対して一体的に光軸方向に移動している(表25のc)。以上のズーム操作により、投写倍率 $\beta$ を13.8倍から15.3倍へ約11%調整できる。後述する投写画像のモアレ軽減、マルチビジョンプロジェクタの倍率調整には10%程度の倍率微調整機能が求められるが、本レンズのズーム機能はこの要求を満たすものである。なお、像面ズレの補償はレンズ群G1、G2、G3の一体的移動と共に、レンズ群G1の単独移動(表25、図23～図25のd6を微調整)を併用してもよく、これによりさらに良好な結像特性が得られる。

【0093】

【表25】

(23)

45

## 実施の形態 25

$f=38.8 \sim 43.2$   $\theta=44.9 \sim 42.0^\circ$   $F=4.5$   $\beta=15.3 \sim 19.8$   
 $f1=85.37$   $f2=139.19$   $f3=88.98$   $D1=103 \sim 87$   
 $D1/f=2.65 \sim 2.01$   $f2/f3=1.57$   $|f1|/f=2.20 \sim 1.98$   
 $f4=-1997.50$   $|f4|/f=50.84 \sim 45.76$

m	r i	d i	n i	$\nu$ i
1	223.60991	18.00	1.69680	55.5
2	815.85357	0.20		
3	218.87795	5.00	1.61293	37.0
4	60.82318	21.82		
5	427.20443	4.00	1.63854	55.4
6	78.31506	a		
7	1842.49361	14.00	1.80518	25.5
8	-120.09981	b		
9	INF	62.60		
10	-74.15737	3.00	1.80518	25.5
11	112.57176	26.00	1.71300	58.9
12	-63.64452	0.20		
13	173.92879	23.00	1.67790	55.5
14	-137.91210	0.20		
15	-519.52669	3.00	1.49154	57.8
16	-1100.36498	c		
17	INF	71.00	1.51680	64.2
18	INF			

AST

## &lt;可変間隔&gt;

	a	b	c
$f=38.8$	103.0	4.0	18.26
$f=41.0$	95.0	12.0	20.00
$f=43.2$	87.0	20.0	22.01

## &lt;非球面係数&gt;

m	K	A 4	A 6	A 8	A 10
15	92.479412	-0.9432068-8	0.2888028-10	0.5478448-14	0.5865798-17
16	-2000.000000	0.2463808-6	0.3803178-10	0.2069388-13	0.3878898-17

【0094】図27～図50は、それぞれ実施の形態1～実施の形態24に対応する小さな共役側でみた収差曲線図である。また、図51～図53は、実施の形態25の各ズーム状態に対応する小さな共役側で見た収差曲線図である。球面収差は( $WL1=610\text{nm}$ ,  $WL2=546.1\text{nm}$ ,  $WL1=470\text{nm}$ )の3波長について示し、非点収差、歪曲収差は546.1nm (e線)について示している。図27～図53における各収差は十分実用に供されるものである。

【0095】なお、以上の各実施の形態においては、絞りASTは第2レンズ群G2のレンズL4の後方に独立して設けたが、レンズL4の小さな共役側の面の外径で代用してもよいし、レンズL4を保持する鏡筒(図示せず)の構造により絞り機能を実現してもよい。特に、前述した実施の形態1～4, 7, 8, 22～24の如く絞りが第4レンズL4の直後に配置されるレンズ構成においては、このような代替絞り手段が有効である。また、実施の形態1～25において、スクリーンから第1レンズL1(又はL0)に至る距離が変化した場合のフォーカス調整は、第1レンズ群G1全体を一体的に光軸方向に変位させるか、レンズ群G1, G2, G3, を一体的に平行平板L9に対して光軸方向に移動させる方法が有効である。

【0096】また、絞りASTは固定的に開口径を決める構成以外に、従来カメラレンズに等において公知のような開口径が可変の構成とし、実効F値を変化させるようにしてもよい。絞り径を可変としたレンズは、第4, 5の発明に関連して図59, 60を用いて説明するように、透過光束の散乱状態と透明状態とを電氣的に切り替

えるタイプの液晶パネル(PDLC, DSM液晶等)と組み合わせることにより、投写画像のコントラスト比と輝度とを適宜調節できるので効果的である。しかも、後述するように絞りの開口径を公知の如くモータ等の手段で電氣的に調節可能とすれば、外光の明るさを検出する光センサの出力をもとに、コントラスト比と輝度とを自動的に調節できる。

【0097】以下本発明の投写型表示装置について説明する。

<第1, 第2の発明>図54は第1, 第2の発明による投写型表示装置の構成図であり、図54(a)は側面図を示し、図54(b)は正面図を示す。図において300は筐体200と投写レンズ4とにより構成された投写器である。投写レンズ4には、第1の折り曲げミラー41が内蔵されている。また、投写器300はキャビネット170内に収納されており、キャビネット170は第2の折り曲げミラー160と透過型のスクリーン5とを保持している。

【0098】また、図55は投写器300の内部構成を表しており、図55(a)は平面図を示し、図55(b)は正面図を示す。図において、1は、ランプ120と、ランプ120の電極121と、凹面鏡130と、コンデンサレンズ131とにて構成される光源である。ランプ120はメタルハライドランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ等の白色光源が用いられる。図ではメタルハライドランプ、もしくはキセノンランプを想定して、一对の電極121間に放電ギャップを設けた構成を描いている。凹面鏡130はランプ120の発光点に曲率中心を有し、図中でランプ120の右側に効率よく

(24)

47

光束を送り込むために設けられている。凹面鏡130には必要に応じて赤外光を透過するコーティングが施され、液晶パネル側に熱が放射される割合を減少させている。また、必要に応じてコンデンサレンズ131の屈折面には赤外線、及び／又は紫外線を反射し可視光を透過するコーティングが施してある。

【0099】光源1からの出射方向には可視光のみを透過するフィルタ140が設けられ、フィルタ140の前方には、青色光を反射し緑・赤色光を透過するダイクロイックミラー14Bと、赤色光を反射し緑・青色光を透過するダイクロイックミラー14Rとが、直交させた態様で配設されている。ダイクロイックミラー14Rからの反射光の光路には、光を全反射するミラー11b、11c、画像表示部3rを有する液晶パネル3Rが設けられ、ダイクロイックミラー14Bからの反射光の光路には、光を全反射するミラー11a、11d、画像表示部3bを有する液晶パネル3Bが設けられ、両ダイクロイックミラー14B、14Rの透過光の光路には、画像表示部3gを有する液晶パネル3Gが設けられている。液晶パネル3R、3G、3Bの各表示部3r、3g、3bに画像を表示させる駆動回路については図示を省略している。これらの液晶パネル3R、3G、3Bに囲まれて、赤・青色光を選択的に反射し、緑色光を選択的に透過する公知のダイクロイックプリズム15が設置されており、ダイクロイックプリズム15の出射方向には投写レンズ4が設けられている。投写レンズ4は、第1の折り曲げミラー41及び絞りASTを内蔵しており、詳細構成はレンズの説明で述べた通りである。図55(b)では典型的な例として、折り曲げミラーの41の傾角が45°の場合を図示している。なお、第1の折り曲げミラー41前後のレンズ系は図示省略している。

【0100】次に、実施の形態の動作について説明する。光源1からの光(ランプ120の出射光及び凹面鏡130の反射光)は、コンデンサレンズ131によって平行化され、フィルタ140に入射する。フィルタ140は可視光だけを透過し、不要な赤外・紫外光を反射もしくは吸収する。フィルタ140を透過した光束は、ダイクロイックミラー14B、14Rに入射する。ダイクロイックミラー14B、14Rによって照明光は赤

(R)、緑(G)、青(B)の3原色に分解される。青色光Bはミラー11a、11dによって光路を曲げられて液晶パネル3Bに照射され、赤色光Rはミラー11b、11cによって光路を曲げられて液晶パネル3Rに照射され、緑色光Gは液晶パネル3Gに照射される。このように液晶パネルはコンデンサレンズ131により平行光で照明される(テレセントリック照明系)ので、ダイクロイックミラー14R、14Bの分光特性に入射角依存性があっても、均一な色度の光で照明が可能である。また、液晶パネル3R、3G、3Bの表示特性に照明光の入射角依存性がある場合にも、照明光が平行な

48

のでパネルの表示面内で均一な表示特性が得られる。

【0101】液晶パネルの画像で変調された透過光は、ダイクロイックプリズム15により合成され、投写レンズ4に送られる。合成光束は折り曲げミラー41によって90°折り曲げられ、図55(b)のように投写光110が投写レンズ4より出射される。なお、折り曲げミラー41の傾角は45°以外でもなんら問題なく、要はセットの全体を設計する上で最適な角度に設定してよく、本発明の変形例の範疇である。

10 【0102】なお、液晶パネル3R、3G、3Bの各画像表示部3r、3g、3bの寸法は等しく、NTSC方式の投写型表示装置の場合4:3の寸法比の画像を、HDTV方式の場合16:9の寸法比の画像を、各々長手方向が水平方向になるよう投写する必要がある。しかし、第1の折り曲げミラー41によって、液晶表示画面の縦方向が横方向に変換される。そこで、画像表示部3r、3g、3bはいずれも長手方向が正面図を示す図55(b)中で上下方向、すなわち投写レンズから出射される投写光束の中心光線111の方向と一致するように配置されている。なおNTSC方式、HDTV方式では投写画像の水平方向が長手方向であるが、OA用の投写型ディスプレイ等では特別に投写画面の上下方向を長手方向とすべき機種もある。このような場合には、液晶パネルの表示面の短辺方向を図55(b)中で上下方向に合わせて配置すべきである。なお、液晶パネルの表示方向が上記のように入れ替わる現象は第1の折り曲げミラー41の傾角が45°以外でも同様に生じるので、このミラーの傾角によらず水平に投写したい液晶の辺方向を図55(b)の如く上下方向に合わせるように設定すべきである。

30 【0103】前述した通り、絞りASTは投写レンズ4のF値を決め、かつ液晶パネルの各点から投写レンズ4に入射する光束の主光線をレンズ光軸に平行にする働きがある。従って、絞りASTの開口径を大きく設定し投写レンズ4のF値を小さくすると、スクリーン5に投写される光束が増加し、輝度が上がる。また、絞りASTの開口径を小さくし投写レンズ4のF値を大きくすると、スクリーン5に投写される光束が減少して輝度が下がるが、投写レンズ4の収差が小さくなるので解像力は改善される。また、絞りASTにより上記のように主光線が平行になるので、ダイクロイックプリズム15を透過する光束に入射角のむらがなくなり、ダイクロイックプリズム15の分光特性の入射角依存性による投写画像の色むらをなくすることができる。

40 【0104】次に、セット全体の動作について図54により説明する。投写器300のうち、第1の折り曲げミラー41以前の部分(筐体200)は、スクリーン側から見た正面図(図54(b))においてスクリーン5の中央より左側半分に配置されている。第1の折り曲げミラー41によって投写レンズ4内で折り曲げられた光束

50



(25)

49

は投写光110として鉛直上方向に立ち上げられて出射し、側面図(図54(a))に示すように第2の折り曲げミラー160によってスクリーン5側に折り曲げられ、スクリーン5上に拡大画像が形成される。

【0105】なお、第2の折り曲げミラー160は長方形でもよいし、投写光110の入射範囲だけに反射面があればよい。そこで、図54(b)に破線で示したように台形状のミラーを使用すれば、最小限のミラー面積にできるのでセットの軽量化に有効である。前述した通り、折り曲げミラーをレンズ内に実装するとレンズ系内部での軸外光の光軸に対する傾角はレンズ出射光の光軸に対する傾角よりも小さくできるので、第1の折り曲げミラー41を小型にできる。しかも筐体200をスクリーン5の中央よりも左半分に収納すれば、キャビネット170のスクリーン5よりも下の部分171が小さくできるので、セット高さHの低減が容易である。

【0106】奥行きDを小さくする点については、第2の折り曲げミラー160の垂直線に対する角度 $\theta 1$ (図54(a))を $45^\circ$ 以下にすることが有効である。そのためには、筐体200の底面201とキャビネットの底面172(水平線に一致)とのなす角 $\theta 2$ を、一点鎖線で示す投写光束の中心線111が垂直よりもセット後方に傾くように設定すべきである。このためには $\theta 2 \geq 0^\circ$ とすればよい。図54では便宜上スクリーン5に入射する投写光の中心線を水平方向に一致するように描いたが、必ずしもこの限りではなく、中心線の延長線が鑑賞者の目の位置となるように設定することが好ましい。

【0107】高さHを小さくするには、筐体200をできるだけ薄くすることが必要である。このために、図55の実施の形態では光源1からダイクロイックプリズム15に至る光学系を投写レンズ4の出射光の中心光線111と直交する平面(図55(a))内に配置し、筐体200の厚み $H_p$ を小さくしている。なお図55(b)で、201は筐体200の底面であり、投写光の中心光線111と直交している。つまり、底面201は平面図を示す図55(a)と平行な面内に配置されている。図55と同一の光学部品を用いて、筐体200を投写レンズ4の光軸回りに $90^\circ$ 回転した光学系の配置も考えられるが、この場合筐体200の幅 $W_p$ が高さ $H_p$ よりも大きいので、図54の構成に適用して投写型表示装置全体の高さを小さくする上には不利である。

【0108】また、スクリーン5はNTSC方式の装置では4:3、HDTV方式の装置では16:9の寸法比を有しており長手方向が水平方向に設定されている。図55(b)に示したように、投写器300内部で液晶パネルの画像表示面の長手方向が上下方向となるように配置すれば、第1の折り曲げミラー41での反射によって投写画像の長手方向がスクリーンの長手方向(水平方向)と一致するように方向が変換されるので都合がよい。さらに、図54ではスクリーン5の中央よりも左半

50

分に筐体200を配置する例を示したが、筐体200をスクリーン5の中央よりも右半分に配置しても本発明の効果には変わりはない。

【0109】以上のような筐体内の光学系配置のもとで、セット全体の高さを低減するには図54中で筐体200の底面201とキャビネット170の底面172

(図では便宜上水平線の方と一致させている)とのなす角 $\theta 2$ を適当に設定する必要がある。図54は、実施の形態1の投写レンズを用いて、画面サイズ40インチ(縦横比3:4)の装置を構成した例であり、図中 $\theta 1 = 38^\circ$ 、 $\theta 2 = 14^\circ$ として描いている。この条件ではセット高さ $H = 712\text{ mm}$ 、奥行き $D = 360\text{ mm}$ が得られた。また、同じく40インチ画面で $\theta 1 = 45^\circ$ 、 $\theta 2 = 0^\circ$ とすることにより、高さ $H = 636\text{ mm}$ 、奥行き $D = 432\text{ mm}$ となり、奥行きは上記例よりも増加するが、セット高さが低減できることがわかった。但し、この例では投写器底面が水平方向と一致するので、セットの組立、検査等が容易になり、奥行きの増加を許容できれば、製造上好ましい構成といえる。前述のセットの奥行きを小さくする条件( $\theta 2 \geq 0^\circ$ )を勘案すると、セットの奥行きと高さとをバランスよく低減するためには以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$0^\circ \leq \theta 2 \leq 20^\circ \quad (8)$$

条件式(8)の下限値を越えるとセットの奥行きが不必要に大きくなる。また、条件式(8)の上限値を越えると、セット高さが不必要に増加する、筐体200がスクリーン5への入射光束を遮る、スクリーン5の面を越えて筐体200がセット前方にはみ出す等の不都合が生ずる。以上の構成を言い替えると次のとおりである。画像表示デバイスを内蔵し、該画像表示デバイスに表示された画像を拡大表示する投写手段と、該投写手段の出射部に設けられた投写レンズと、該投写レンズの内部に設けられ、光を反射する第1のミラーと、前記投写レンズから出射された投写光を反射する第2のミラーと、該第2のミラーにて反射された投写光が入射して、拡大画像を形成する透過型のスクリーンと、前記投写手段を内蔵し、かつ前記第2のミラー、スクリーンを保持するキャビネットとを備え、前記投写手段の第1のミラー以前の部分が前記スクリーンの中央部よりも一側側に実装され、前記投写手段から前記スクリーンの面に平行に出射された投写光を前記第1のミラーによって略上方向に立ち上げた後、前記第2のミラーにてその光路を略水平方向に折り曲げて前記スクリーンに入射させるべく構成されており、前記第2のミラーは、その上端を前記スクリーン側に傾斜させた状態で前記キャビネットに保持された1枚のものであり、前記投写手段は、前記画像表示デバイスを含む光学系を内蔵した筐体を有し、前記投写光が前記投写レンズを通過して前記第2のミラーに向かって出射されるように前記筐体の底面部とキャビネットの底面部との間の角度 $\theta$ を所定の角度範囲内に設定した状

(26)

51

態で、前記投写光が前記スクリーンに略平行に出射されるように、前記キャビネットに内蔵されていることを特徴とする投写型表示装置である。また、この構成において、前記スクリーンの水平方向に対応する前記画像表示デバイスの方向を、前記投写レンズからの出射光の中心線の方向に一致すべく構成してもよい。また、前記投写レンズの内部に前記画像表示デバイスから出射される光束の受容角を制限する絞り手段を設けてもよい。また、前記角度 $\theta$ の設定により、前記投写レンズの出射光の中心光線が鉛直方向よりも装置の背面側に傾いて出射すべく構成され、前記角度 $\theta$ が、 $0^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$ なる条件を満足するようにしてもよい。以上の構成によれば、スクリーンの正面中心から見て右手もしくは左手方向に投写手段の大部分を収納し、また、その上端をスクリーン側に傾斜させた状態でキャビネットに保持された1枚の第2のミラーを備え、さらに、投写光が投写レンズを通過して第2のミラーに向かって出射されるように投写手段の一部である筐体の底面部とキャビネットの底面部との間の角度 $\theta$ を所定の角度範囲内に設定した状態で、投写光がスクリーンに略平行に出射されるように、筐体をキャビネット内に内蔵している。したがって、高さ方向及び奥行き方向の小さなリア式投写型表示装置を実現できる。

【0110】<第3の発明>図56は第3の発明による投写型表示装置の構成図であり、図56(a)は平面図を、図56(b)は正面図を、図56(c)は側面図を示す。図において、図54と同一番号を付した部分は同一または相当部分を示すので、それらの説明は省略する。図において41は投写レンズ4内に内蔵された、第1、2の発明の第1の折り曲げミラー41と同等の折り曲げミラーである。また、図57は投写器300の内部構成であり、図57(a)は投写レンズ4以前の光学系が配置された面の平面図、図57(b)は側面図である。図において、図55と同一番号を付した部分は同一または相当部分を示すので、それらの説明は省略し、51は光センサ、52は増幅器、53はモータ/ランプ制御回路、54はモータである。

【0111】次に、実施の形態の動作について説明する。光源1からの光は、コンデンサレンズ131によって平行化され、フィルタ140にて可視光だけが透過される。フィルタ140を透過した光束は、ダイクロイックミラー14B、14Gに入射する。ダイクロイックミラー14B、14Gによって照明光は赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色に分解される。青色光はミラー11aによって光路を曲げられて液晶パネル3Bに照射され、赤色光はミラー11b、11cによって光路を曲げられて液晶パネル3Rに照射され、緑色光はダイクロイックミラー14Gで反射されて液晶パネル3Gに照射される。このように液晶パネルはコンデンサレンズ131により平行光で照明される(テレセントリック照明

52

系)ので、ダイクロイックミラー14B、14Gの分光特性に入射角依存性があっても、均一な色度の光で照明が可能である。また、液晶パネル3R、3G、3Bの表示特性に照明光の入射角依存性がある場合にも、照明光が平行なのでパネルの表示面内で均一な表示が得られる。

【0112】液晶パネルの画像で変調された透過光は、ダイクロイックプリズム15により合成され、投写レンズ4に入射する。前述のように、投写レンズ4の内部には折り曲げミラー41が内蔵されており、ミラーの前後にレンズ系を有している(レンズ系は図示省略)。図57(b)では典型的な例として、折り曲げミラー41の傾角が $45^\circ$ の場合を図示した。上記合成光束は折り曲げミラー41によって $90^\circ$ 折り曲げられ、図57

(b)のように投写光110が投写レンズ4より出射される。なお、投写レンズ4以前の光学系(光源1からダイクロイックプリズム15までの光学系)は、図57

(a)に平面図を示すように、筐体200の底面201(図57(b)参照)に平行な平面内に配置されている。

【0113】第1、2発明と同様に、絞りASTは投写レンズ4のF値を決め、かつ液晶パネルの各点から投写レンズ4に入射する光束の主光線をレンズ光軸に平行にする働きがある。従って、絞りASTの開口径を大きく設定し投写レンズ4のF値を小さくすると、スクリーン5に投写される光束が増加し、輝度が上がる。また、絞りASTの開口径を小さくし投写レンズ4のF値を大きくすると、スクリーン5に投写される光束が減少して輝度が低下するが、投写レンズ4の収差が小さくなるので解像力は改善される。又、絞りASTにより上記のように主光線が平行になるので、ダイクロイックプリズム15を透過する光束に入射角のむらなくなり、ダイクロイックプリズム15の分光特性の入射角依存性による投写画像の色むらをなくすることができる。

【0114】次に、セット全体の動作について図56により説明する。投写器300のうち、折り曲げミラー41以前の部分(筐体200)は、装置を上方から見た平面図(図56(a))においてスクリーン5の中央より左側半分に配置されており、筐体200の底面201はスクリーン5と略平行に配置されている。折り曲げミラー41によって投写レンズ4内で折り曲げられた光束は投写光110としてスクリーン5上に入射し拡大画像が形成される。本実施の形態では、投写レンズ4から出射する中心光線111は水平方向に進行し、スクリーン5にほぼ垂直に入射する。

【0115】前述した通り、折り曲げミラー41をレンズ内に配置すると、レンズ系内部での軸外光の光軸に対する傾角をレンズ出射光の光軸に対する傾角よりも小さくできる。このため、投写レンズ4の外部にミラーを配置する場合に比べてミラーの寸法を小さくできる。筐体

(27)

53

200をスクリーン5の中央よりも左半分に収納することによって、キャビネット170の正面寸法(図56(b)のW, H)をほぼスクリーン5の寸法と略同等にできる。しかも、前述したような広角の投写レンズ4を用いることでキャビネット170の奥行き(図56(c)のD)も小さくできる。

【0116】以上のように、筐体の底面201をスクリーン5に略平行に配置し、投写光110の中心光線111が水平方向に出射するように配置することにより、装置の正面寸法W, Hを最小化しながら、奥行きDを小さくできる。図57と同一の投写器を用いて、図56

(b)において筐体200を中心光線111の回りに90°回転した配置も考えられる。このような投写器の配置も本発明の変形例であることももちろんである。また、図56はスクリーン5の中心より左半分側に筐体200を配置する構成を示したが、右半分側に配置する構成でも問題はない。

【0117】次に、以上に説明した第3の発明の変形例を図58により説明する。図58は、図57に示した投写器300を縦横に複数個配列し、マルチビジョンプロジェクトを構成した例である。図において、300a~300dは各々図57に示したのと同様の投写器である。図では縦3×横4の配列を示しているが、下2段の投写器300e~300l、及び投写レンズ4e~4lは簡単のために図示を省略している。5a~5lはスクリーンであり、各スクリーン上に投写レンズ4a~4lより出射する投写光が入射し、単位投写画面を形成する。各投写器は、隣接する単位画面が密に配列してスクリーン5a~5l上に形成されるように配置されている。各単位投写器300a~300lの筐体の底面は図56の場合と同様にスクリーン5a~5lと平行に配置されている。170a~170lは、各投写器300a~300lを内蔵し、スクリーン5a~5lを保持するキャビネットである。

【0118】各スクリーン5a~5lは単位画面毎に別個のスクリーンを縦・横に配列してもよいし、全体が一体でもよい。また部分的に、例えば2×2個等の単位画面の集合に対応するスクリーンを一体化してあってもかまわない(例: {5a, 5b, 5e, 5f}, {5c, 5d, 5g, 5h}が各々一体スクリーンで、{5i, 5j}, {5k, 5l}が各々一体スクリーン)。また、キャビネット170a~170lは、各々が別体の箱状のものを縦横に配列してもよいし、隣接する何個かを箱状に一体化してこれらを配列した構造、又は全体を箱状に一体化した構造であってもかまわない。

【0119】以上のように、図58のマルチビジョンプロジェクトは、図56に示す正面寸法W, Hがスクリーン5の寸法と同等で、奥行きDが小さい投写型表示装置を縦・横に複数個配列した構成をなすので、単位画面間の継ぎ目が小さくでき、しかも奥行きDが小さい装置と

54

なる。単位画面の配列個数は、図58は横4×縦3の例であるが、これ以外の構成であっても問題ない。本実施の形態はマルチビジョン構成なので、全体として超大画面、かつ高解像度、高輝度な装置が容易に実現できる。

【0120】また、図58の構成において投写レンズ4a~4lをズームレンズにすることで、各画面の投写倍率に差があっても容易に同一の投写倍率に調整でき単位画面間の画像の不連続を最小にできる。

【0121】なお、上述の第1, 2, 3発明におけるダイクロイックプリズム15は、ガラス材料で作成してもよいが、実施の形態13で述べたようにプラスチック材料(PMMA, PC, ZEONEX, OZ1000, ARTON, APO等)を用いることにより装置の軽量化、低価格化が可能である。

【0122】また、投写レンズ4を実施の形態25で述べたズームレンズとすることにより、投写画像の寸法を調整出来るようになる。公知のように、スクリーン5は水平方向に周期構造を有するレンチキュラススクリーンが用いられ、液晶パネル3はマトリクス状の電極による周期構造を有しているので、拡大投写画像にも水平・垂直方向に周期構造が観察される。これらの周期構造のうち、スクリーン5と液晶投写像との水平周期構造の干渉によって縦縞モアレが発生し、画像鑑賞の妨げになることが知られている。この縦縞モアレは、スクリーン5の水平周期と液晶パネルの投写像の水平周期との比を最適化することで視認性を下げ、画像鑑賞への影響を最小化できることが公知である。そこで、上記のように投写レンズ4をズームレンズとし、投写倍率を調整すれば投写画像に重畳されるモアレを最も見えにくい状態に調整できる。

【0123】<第4の発明>投写型表示装置に用いる液晶パネルには、従来より公知のTN(Twisted Nematic)液晶, PDLC(Polymer Dispersed Liquid Crystal), DSM(Dynamic Scattering Mode)液晶をはじめ、各種の動作原理にもとづく液晶材料が適用可能である。上記PDLC, DSM液晶は液晶の状態が画素への印加電圧に応じて散乱状態と透明状態とが切り替わることが知られている。従って、投写レンズ4で投写画像を形成する場合、液晶パネルが散乱状態では、投写光束が図55の投写レンズ4の内部に設けられた絞りASTによって遮断されるので、投写画像は暗レベルとなる。一方、液晶パネルが透明状態の場合、パネルを透過した平行光束は投写レンズ4をほぼ損失なく透過して投写されるので投写画像は明レベルとなる。

【0124】上記PDLC, DSM液晶を用いた投写型表示装置で、絞りASTの開口径を可変できるように構成することが第4の発明の投写型表示装置の構成上の特徴である。この構成によってもたらされる新規な効果について、第4の発明の原理を説明する模式図である図59を用いて以下に説明する。図59でEPは絞りAST

(28)

55

の開口径で変化する投写レンズ4の入射瞳を示しており、液晶パネル3は説明の便宜上1枚だけとしている。図59(b)は絞りASTの開口径を大きくした場合であり、図59(a)は絞りASTの開口径を小さくした場合を示している。

【0125】液晶として透明／散乱状態を切り替えるタイプの液晶(PDLC、DSM等)を想定して図59を説明する。液晶パネル3が透明状態の場合、照明光 $I_{in}$ は平行な透過光 $I_t$ となり、損失なく入射瞳EPを透過し投写光束となる。一方、液晶パネル3が散乱状態の場合には、透過光は拡散光束 $I_d$ となり、入射瞳の受容角 $\theta_0$ 内の光束は透過して投写光束となるが、斜線で示した受容角 $\theta_0$ 外の光束は投写されない。絞りASTの開口径の調節により入射瞳EPの開口径を変化させることにより、液晶パネル3が散乱状態の場合の投写光の強度(暗レベル)が変化し、コントラスト比(投写画像の明／暗の輝度比)が変化することがわかる。

【0126】また、現実的には液晶パネルの照明光(図59の $I_{in}$ )は完全な平行光ではないので、絞りASTの開口径を変化させることによって、液晶パネルが透明状態の場合の投写画像輝度(明レベル)も変化することになる。より具体的には、前述した投写レンズにおける絞りASTの開口径D(投写レンズの有効F値)を公知の絞り羽根42等で可変できるように構成することにより、投写画像のコントラスト比、輝度レベルを液晶パネルの光学特性及び鑑賞者の好みに応じて最適に調節可能である。なお、液晶パネルがTN液晶のように透明／散乱状態を切り替えるタイプでない場合にでも、上述したように照明光が完全に平行ではないので、主に投写画像の輝度(明レベル)を変化させることは可能であり、本発明の適用対象となることももちろんである。また、絞りASTの開口径を小さくすると、投写レンズの収差が小さくなるので投写画像はより高解像に形成される。

【0127】なお、以上の第4の発明の実施の形態は、第1、2の発明の投写器構成を示す図55の構成の1例として説明した。しかし、第1、2の発明において必須の構成要素であった投写レンズ4内の第1の折り曲げミラー41は必ずしも必要ではなく、公知の直管鏡筒構造を有する投写レンズとしてもよい。また、投写方式もリア方式に限らず、反射型スクリーンを用いるフロント方式でもよい。

【0128】<第5の発明>第5の発明による投写型表示装置では、絞りASTの開口径及び／またはランプの駆動電力を装置が置かれた場所の外光の明るさを検知する光センサの出力に応じて制御し、外光の状態に対応して投写画像の輝度、及び／またはコントラスト比を自動的に調節する。絞りASTの開口径を調節する基本的な概念は、前述の第4の発明と同様であり、図60(b)は絞りASTの開口径を大きくした場合であり、図60(a)は絞りASTの開口径を小さくした場合を示して

56

いる。この第5の発明では、モータ54を通じて絞り羽根42を駆動して開口径Dを可変とすることによって投写画像のコントラスト比、輝度レベルを最適に調節する。

【0129】第5の発明による投写器の動作について、第3の発明の説明に用いたのと共通の図57により説明する。光センサ51は投写型表示装置が設置された環境の外光を検出し、外光の明るさに応じて電気信号を出力する。増幅器52は、光センサの出力を増幅し、続いてモータ／ランプ制御回路53にてモータ54の駆動信号、及びランプ120の駆動電力信号を生成する。モータ54は制御回路53の出力に応じて絞りASTの開口径を調節する。具体的には、外光が明るいときには絞りASTの開口径を大きくし、外光が暗くなるに従って絞りASTの開口径を小さくする。液晶パネル3R、3G、3Bの液晶としてPDLC、DSM等の透過／散乱状態を切り替えるタイプの材料を用いた場合、このような絞りASTの制御により、外光が明るい場合にはコントラスト比と解像度とを下げながら高輝度の投写画像を形成し、外光が暗い場合にはより低輝度で高コントラスト比、高解像度の投写画像を形成することができる。なお、液晶パネル3R、3G、3Bの液晶としてTN液晶のような透過／散乱状態を切り替えないタイプの液晶を使用した場合には、絞りASTの開口径変化によって主に投写画像の輝度と解像度とだけを制御できる。

【0130】図57の装置では、絞りASTの開口径制御と共に、制御回路53の出力によりランプ120の駆動電力も制御している。すなわち、外光が明るい場合にはランプ120の駆動電力を増してより高輝度の投写画像にし、外光が暗い場合にはランプ120の駆動電力を下げてより低輝度のまぶしくない投写画像にする。なお、以上の絞り制御とランプ駆動電力制御とは両方行ってもよいし、片方だけでもかまわない。

【0131】次に、図56により上記光センサ51の実装について説明する。図中光センサ51はスクリーン5の端に受光面をキャビネット170の外側を向けて配置している。これにより、スクリーン5の面の外光の明るさを検出でき、図57の増幅器52以降の処理が行える。

【0132】なお、以上の第5の発明の実施の形態は、第3の発明の投写器構成を示す図57を構成の1例として説明した。しかし、第3の発明において必須の構成要素であった投写レンズ内のミラー41は必ずしも必要ではなく、ミラーを内蔵しない直管鏡筒構造を有する投写レンズとしてもよい。又、投写方式もリア方式に限らず、フロント方式でもよい。フロント方式投写の場合、光センサ51は反射型スクリーンに設置するか、筐体200の一部もしくはその近傍に設置するかのいずれかの形態が好適である。

【0133】

(29)

57

【0134】

【0135】

【発明の効果】第1の発明によれば、投写レンズ内部に折り曲げミラーを配置し、折り曲げミラーで投写レンズより出射する投写光の中心光線を略水平方向に折り曲げて透過型のスクリーンに入射させる構成とし、投写器の筐体内の光源からダイクロイックプリズムに至る光学系を投写レンズ出射光の中心光線と直交する平面内に配置して、この平面と略平行な筐体底面とスクリーンとが略平行となるように構成している。また、所定の焦点距離を有する3群のレンズ群を有し、かつそのうちの2つのレンズ群の間にミラー手段を配置した投写レンズを有している。したがって、装置の正面寸法がスクリーンの寸法と略同等にでき、しかも奥行きが短い投写型表示装置を実現できる。

【0136】また、色合成用のダイクロイックプリズムをプラスチック材料で構成することにより、装置の軽量化、低価格化が実現できる。さらに、各投写器の投写光によって投写される単位画面が密に配列するように、縦横に複数個の投写器を配置することによって、奥行きが小さくしかも単位画面間の継ぎ目が小さなマルチビジョン投写型表示装置を実現できる。さらに、投写レンズとして投写倍率の調整が可能なズームレンズを用いることによって、投写画像に重畳されるモアレを実用上問題ない低視認状態に調整できる。また、マルチビジョン投写型表示装置の各投写レンズをズームレンズとすることにより、各単位画面の投写倍率に製造上の差があっても同一の投写倍率に調整可能である。

【0137】第2の発明によれば、液晶パネルの液晶材料としてパネルの透明／散乱状態を切り替えるタイプの材料（PDLC、DSM液晶等）を用い、絞りの開口径を可変できる投写レンズで拡大投写画像を形成するように構成し、絞りの開口系の調節によって投写レンズの実効F値を変化させることによって投写画像のコントラスト比と輝度とを可変出来るので、パネルの光学特性及び鑑賞者の好みに応じて最適な状態で画像を鑑賞できる。

【0138】第3の発明によれば、光センサによって外光の明るさを検出し、センサの出力に応じてモータを駆動して投写レンズ内の絞りの開口径を制御するように構成したので、外光状態に応じて輝度、解像度、コントラスト比が自動調節可能な投写型表示装置を実現できる。また、この光センサの出力に応じて液晶パネルを照明するランプの駆動電力を可変とすることにより、外光に対応して投写画像の輝度を自動的に調節できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図2】 実施の形態1によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図3】 実施の形態2によるレトロフォーカス型レン

58

ズの断面図である。

【図4】 実施の形態3によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図5】 実施の形態3によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図6】 実施の形態4によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図7】 実施の形態4によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

10 【図8】 実施の形態5によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図9】 実施の形態5によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図10】 実施の形態6によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図11】 実施の形態6によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図12】 実施の形態7によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

20 【図13】 実施の形態7によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図14】 実施の形態8によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図15】 実施の形態8によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図16】 実施の形態9～12、14～20によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図17】 実施の形態9～12、14～20によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

30 【図18】 実施の形態13によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図19】 実施の形態21、22によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図20】 実施の形態23によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図21】 実施の形態24によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図22】 実施の形態24によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

40 【図23】 実施の形態25によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図24】 実施の形態25によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図25】 実施の形態25によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図26】 実施の形態25によるレトロフォーカス型レンズの断面図である。

【図27】 実施の形態1によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

50 【図28】 実施の形態2によるレトロフォーカス型レン

(30)

59

レンズの諸収差図である。

【図29】 実施の形態3によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図30】 実施の形態4によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図31】 実施の形態5によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図32】 実施の形態6によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図33】 実施の形態7によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図34】 実施の形態8によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図35】 実施の形態9によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図36】 実施の形態10によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図37】 実施の形態11によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図38】 実施の形態12によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図39】 実施の形態13によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図40】 実施の形態14によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図41】 実施の形態15によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図42】 実施の形態16によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図43】 実施の形態17によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図44】 実施の形態18によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図45】 実施の形態19によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図46】 実施の形態20によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図47】 実施の形態21によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図48】 実施の形態22によるレトロフォーカス型

60

レンズの諸収差図である。

【図49】 実施の形態23によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図50】 実施の形態24によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図51】 実施の形態25によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図52】 実施の形態25によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図53】 実施の形態25によるレトロフォーカス型レンズの諸収差図である。

【図54】 第1の発明、第2の発明、及び第4の発明による投写型表示装置の全体構成図である。

【図55】 第1の発明、第2の発明、及び第4の発明による投写型表示装置を構成する投写器の構成図である。

【図56】 第3の発明、及び第5の発明による投写型表示装置の全体構成図である。

【図57】 第3の発明、及び第5の発明による投写型表示装置を構成する投写器の構成図である。

【図58】 第3の発明によるマルチビジョン投写型表示装置の全体構成図である。

【図59】 第4の発明において、投写レンズの絞りの開口径を可変とする場合の効果の説明図である。

【図60】 第5の発明において、投写レンズの絞りの開口径を可変とする場合の効果の説明図である。

【図61】 従来の液晶投写型表示装置の投写器の構成図である。

【図62】 従来の液晶投写型表示装置の投写器の構成図である。

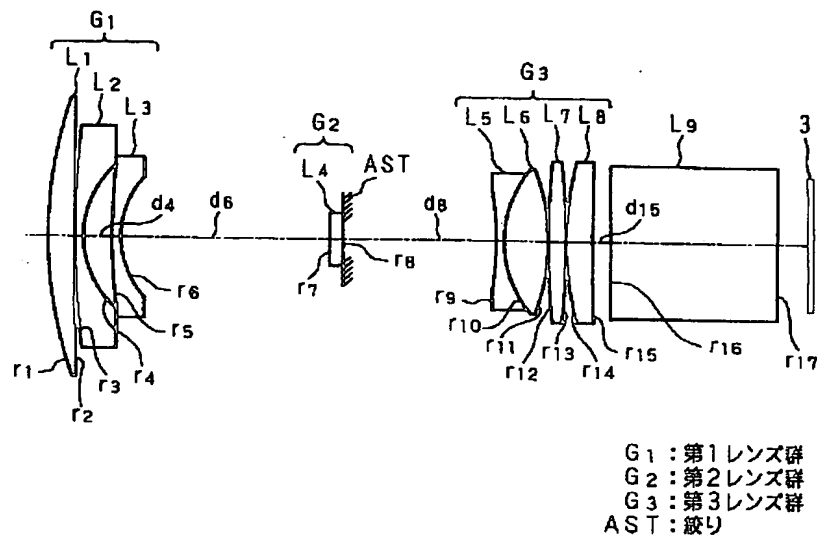
【図63】 従来の投写型表示装置の全体構成図である。

【符号の説明】

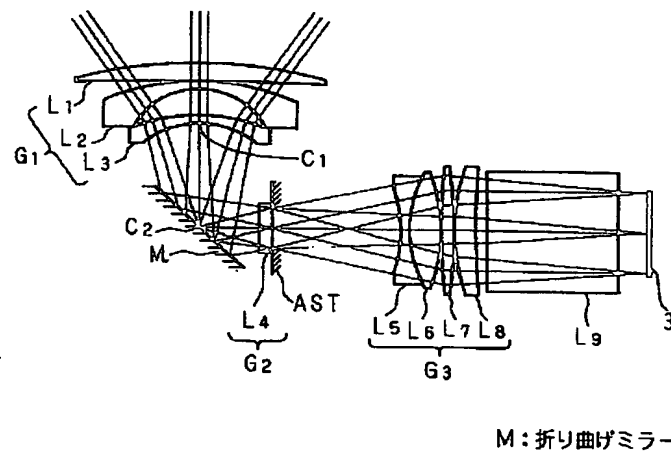
3 R、3 G、3 B 液晶パネル、4 投写レンズ、5 透過型スクリーン、15 ダイクロイックプリズム、41 第1の折り曲げミラー、51 光センサ、52 増幅器、53 モータ/ランプ制御回路、54 モータ、160 第2の折り曲げミラー、170 キャビネット、200 筐体、300 投写器、M 折り曲げミラー、AST 絞り、G1 第1レンズ群、G2 第2レンズ群、G3 第3レンズ群。

(31)

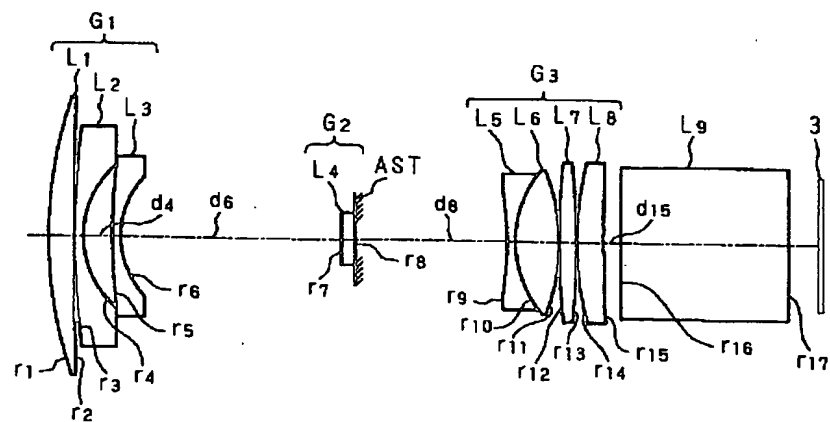
【図1】



【図2】

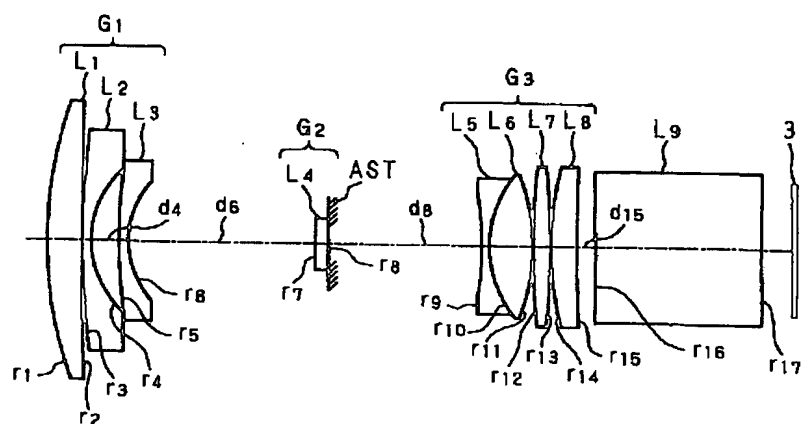


【図3】

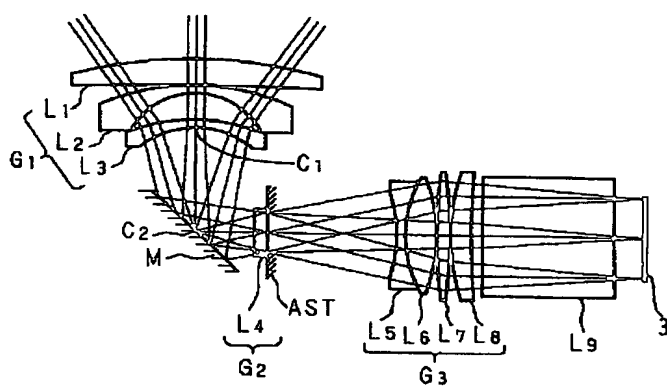


(32)

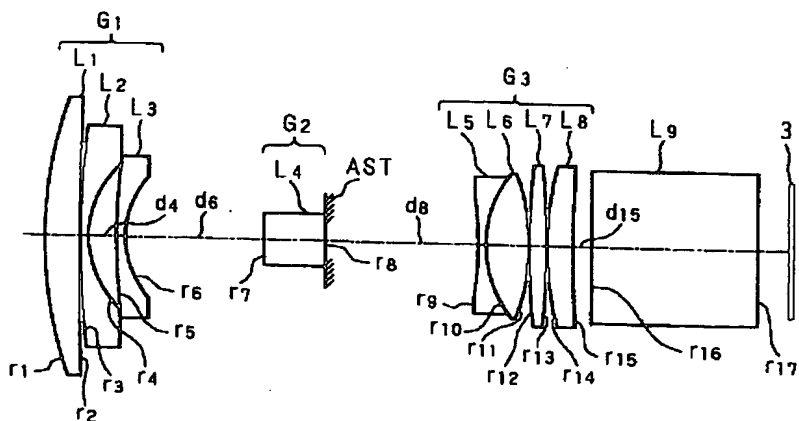
【図4】



【図5】



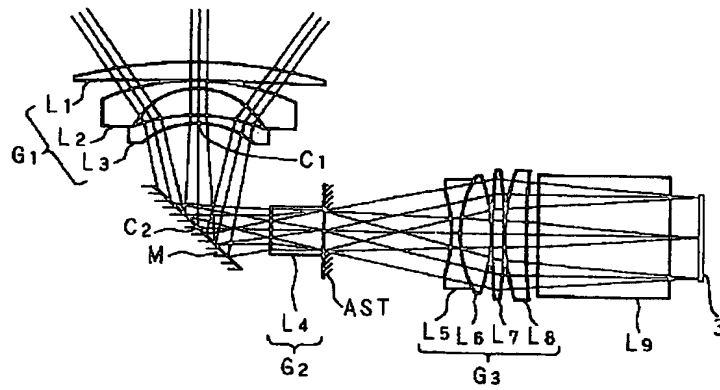
【図6】



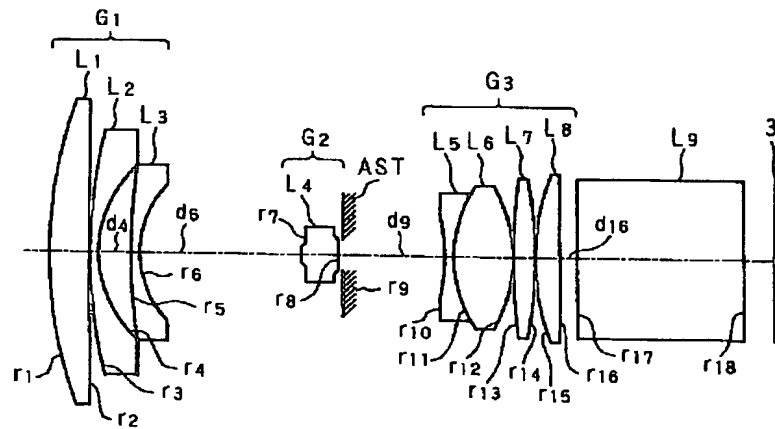


(33)

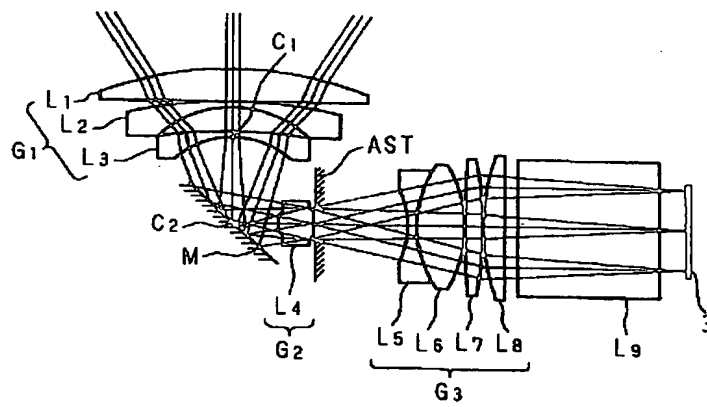
【図7】



【図8】

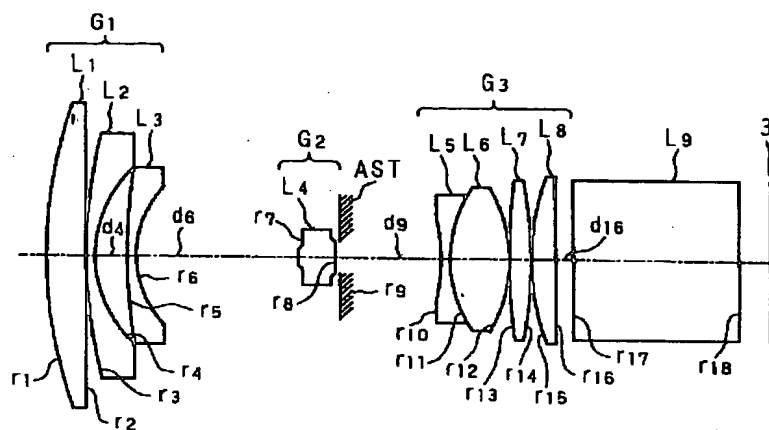


【図9】

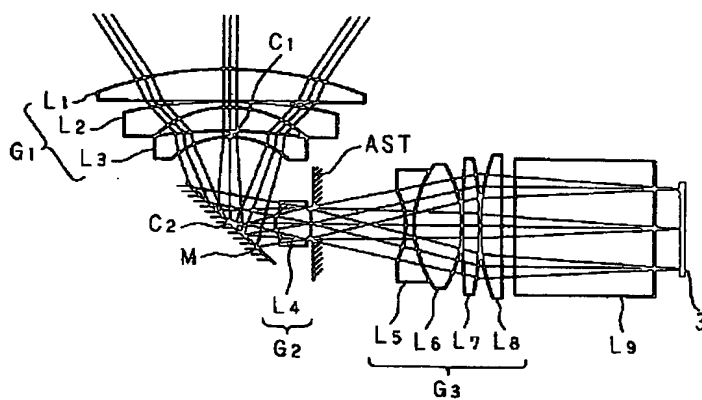


(34)

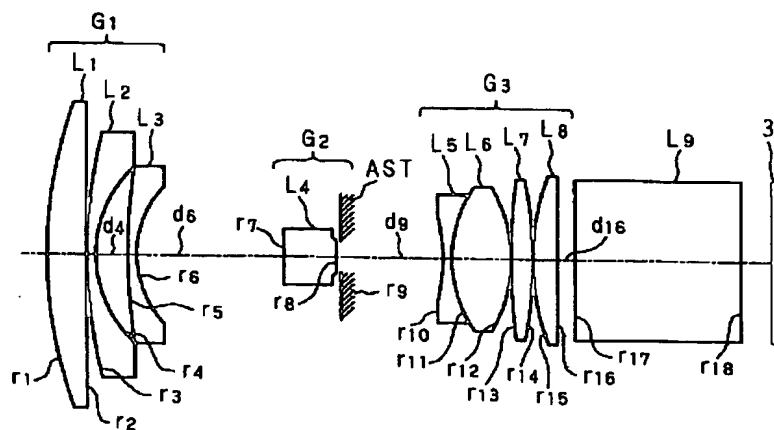
【図10】



【図11】

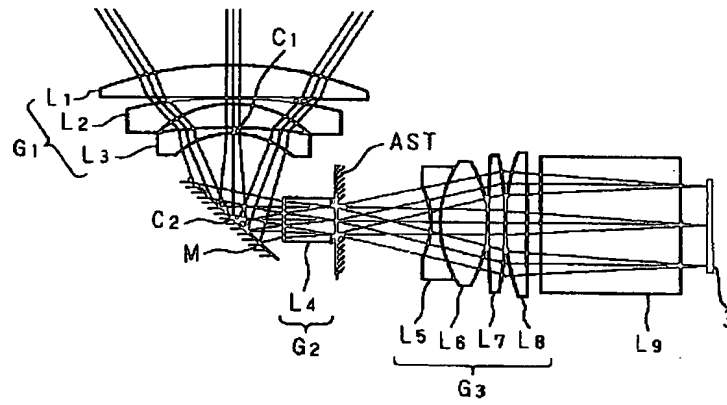


【図12】

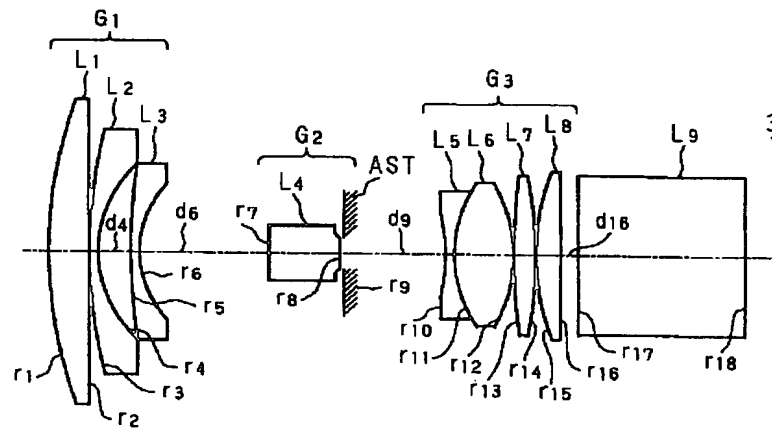


(35)

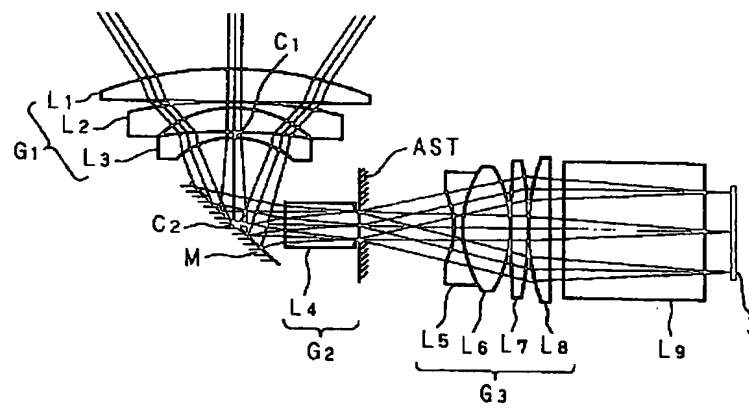
【図13】



【図14】

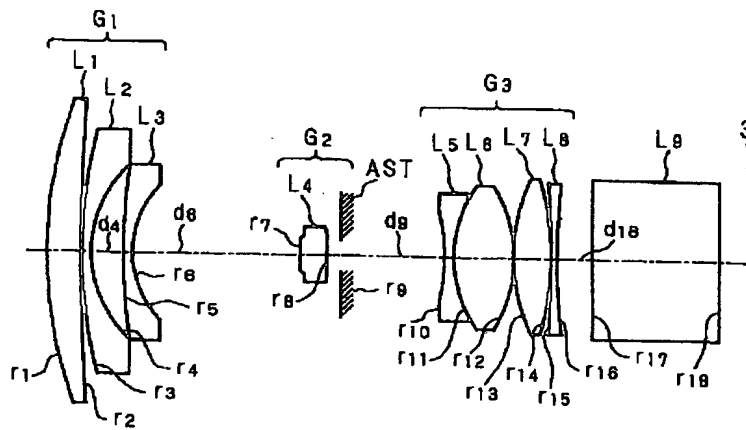


【図15】

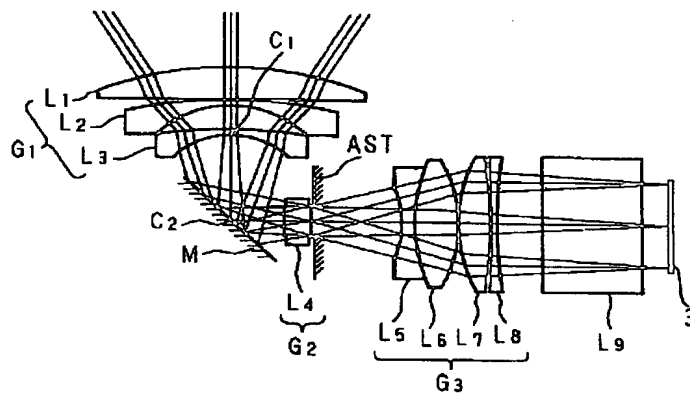


(36)

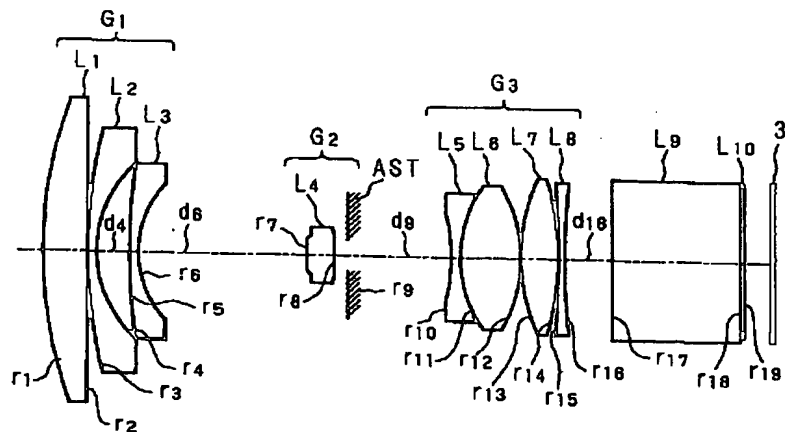
【図16】



【図17】

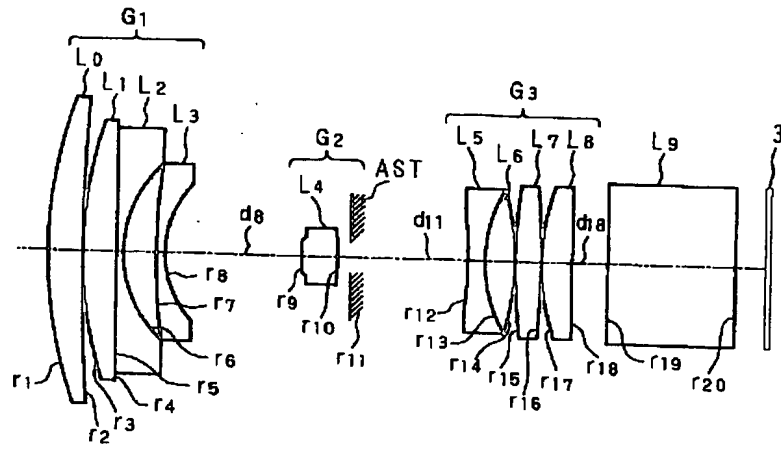


【図18】

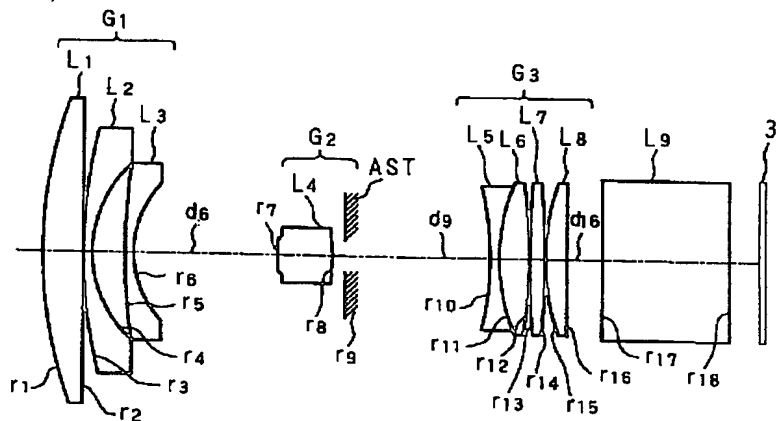


(37)

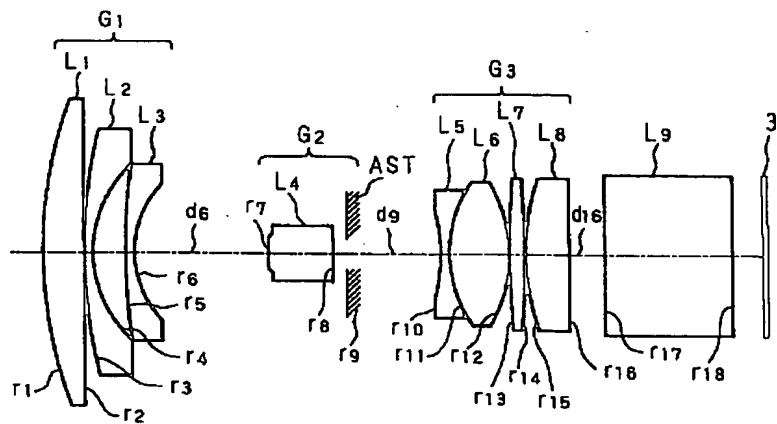
【図19】



【図20】

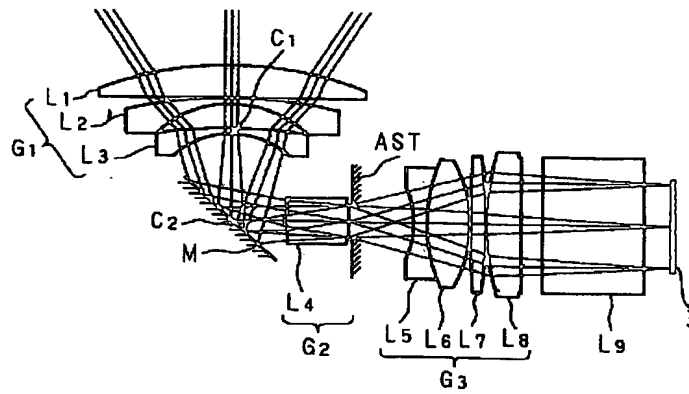


【図21】

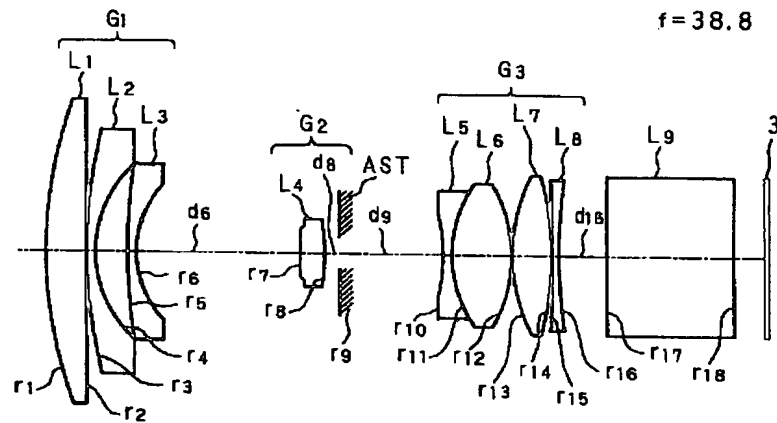


(38)

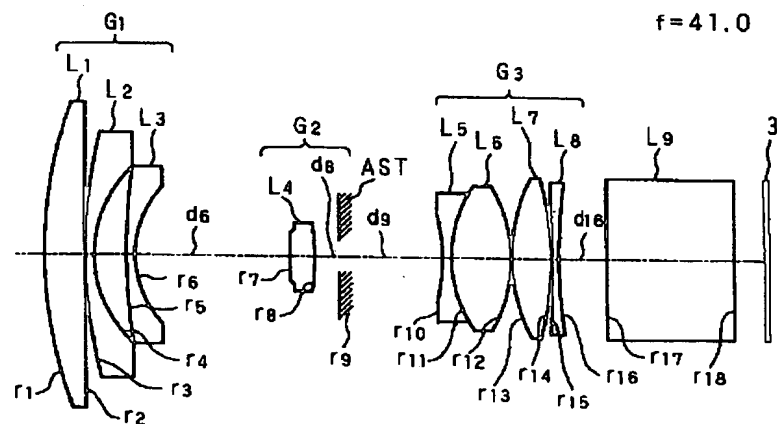
【図22】



【図23】

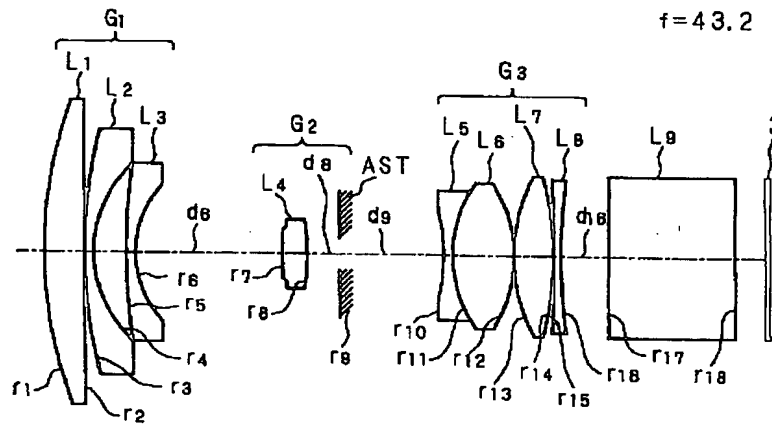


【図24】

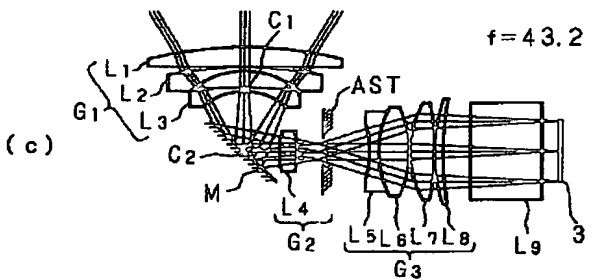
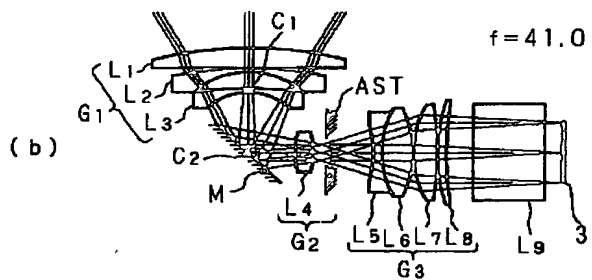
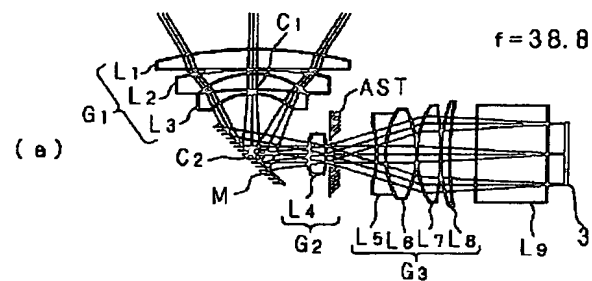


(39)

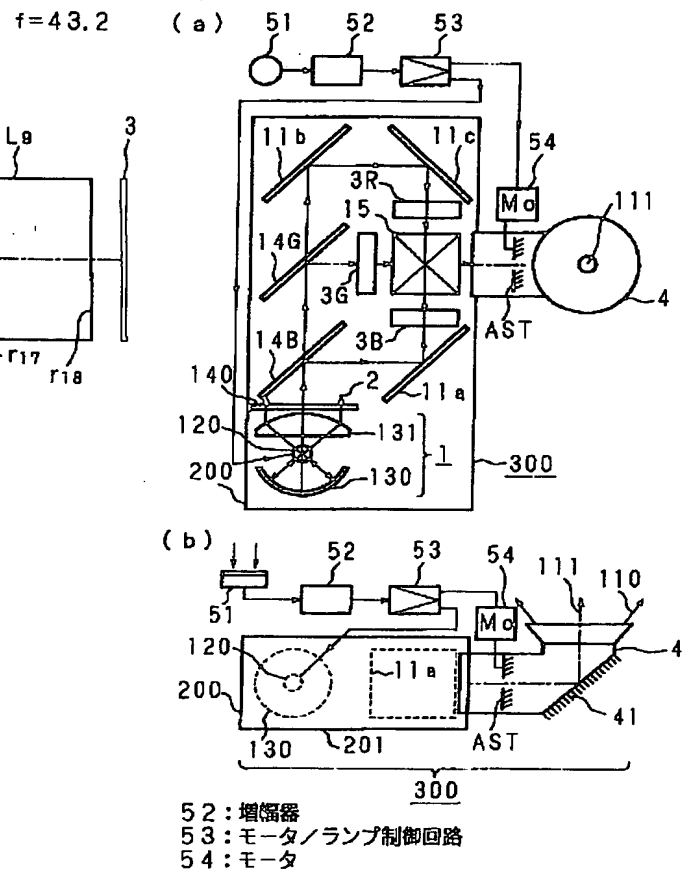
【図25】



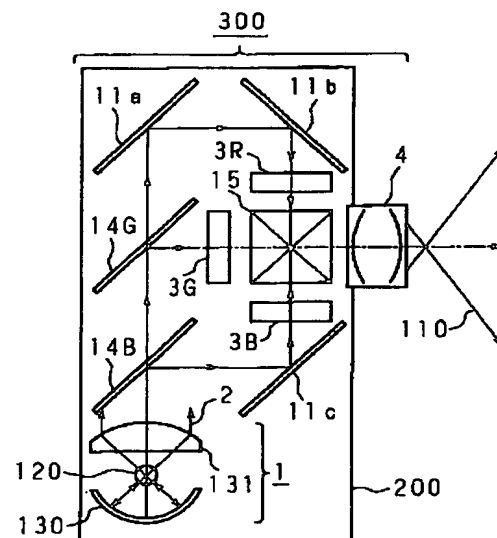
【図26】



【図57】

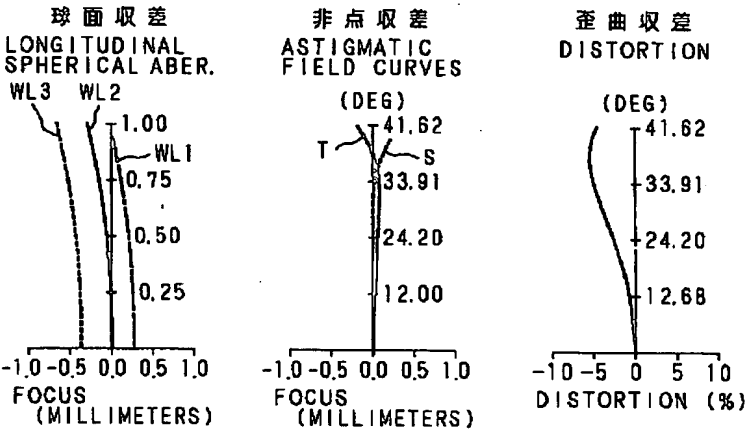


【図62】

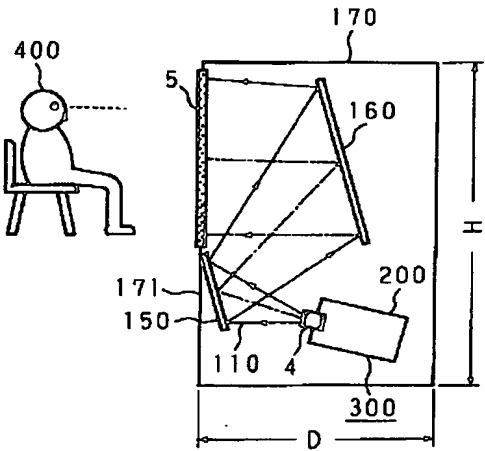


(40)

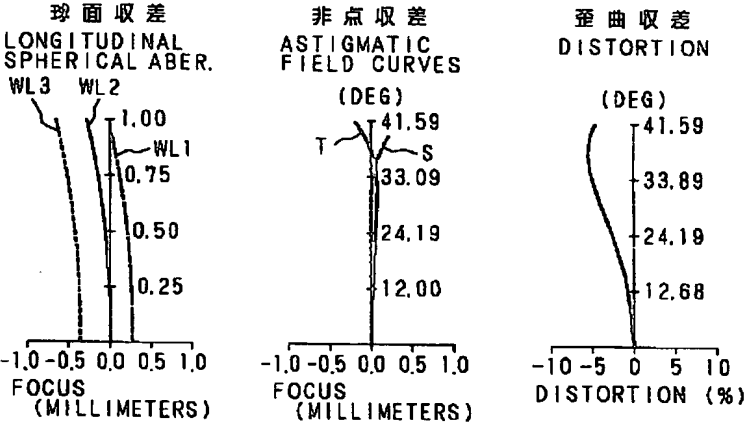
【図27】



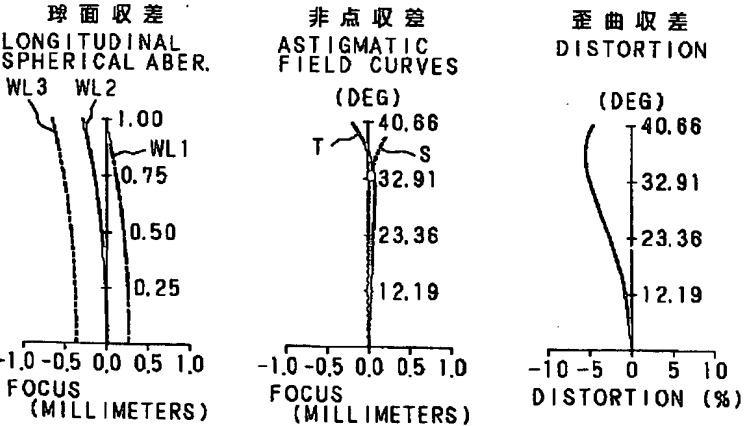
【図63】



【図28】



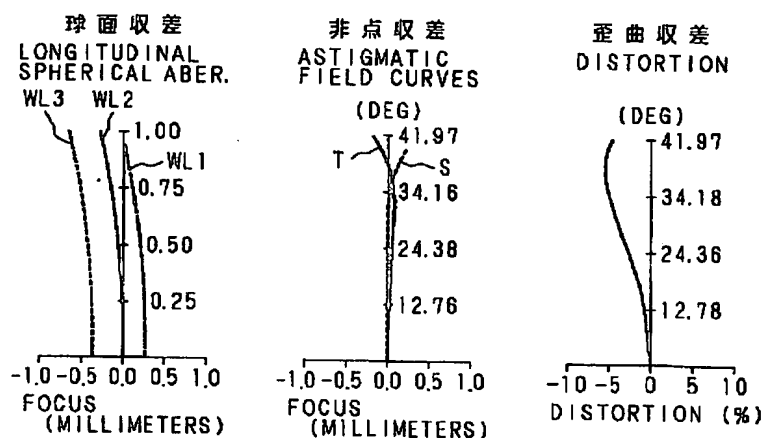
【図29】



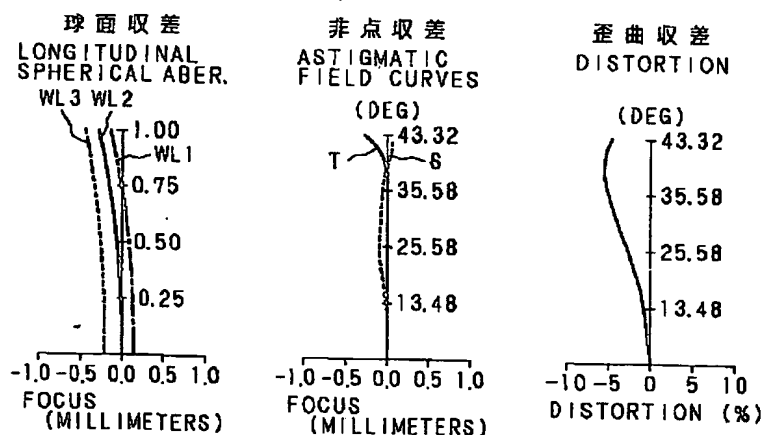


(41)

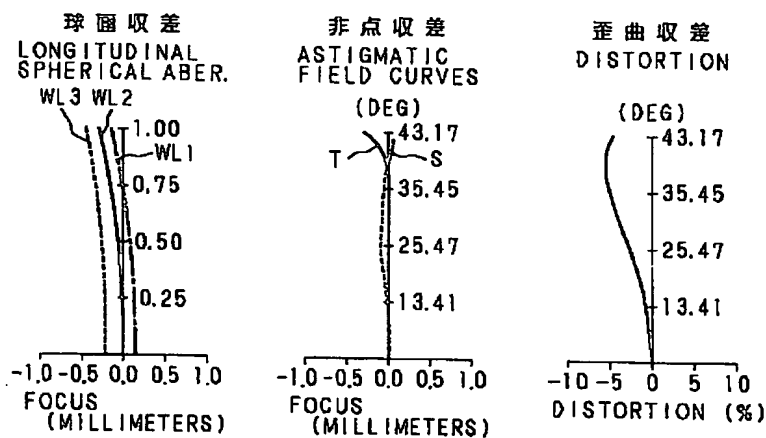
【図30】



【図31】

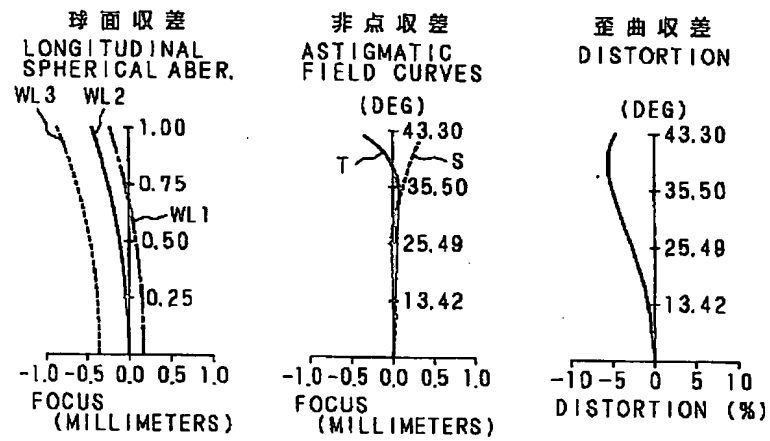


【図32】

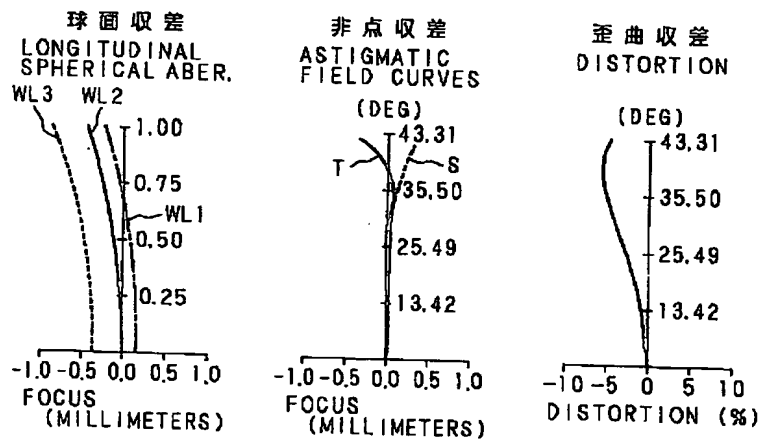


(42)

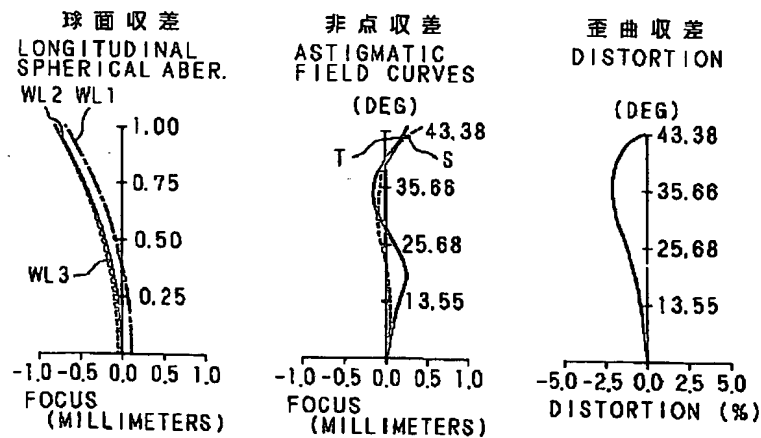
【図33】



【図34】

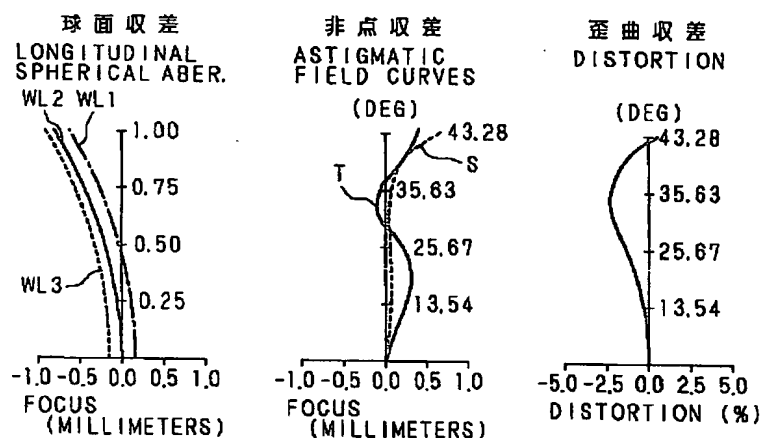


【図35】

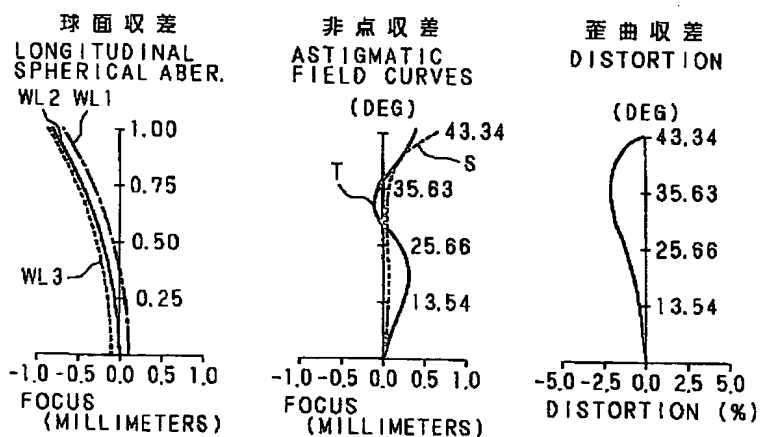


(43)

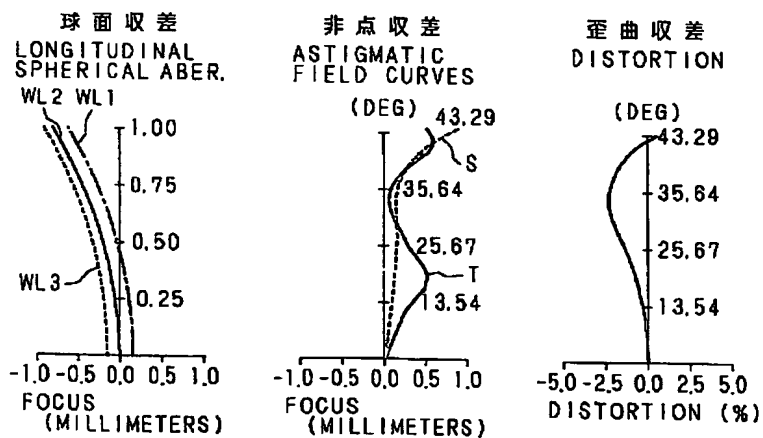
【図36】



【図37】

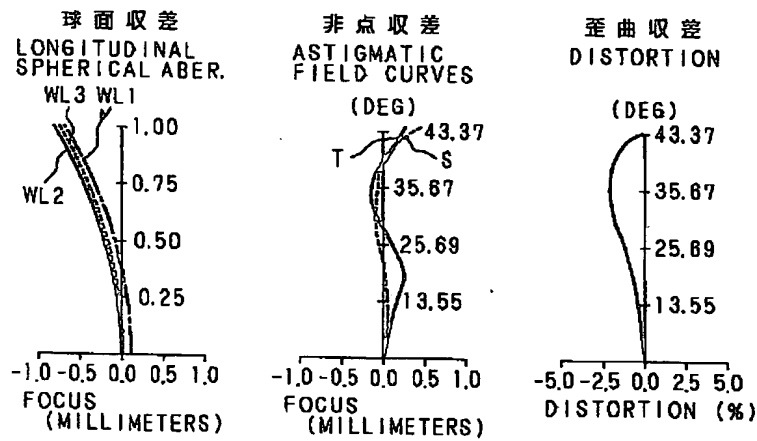


【図38】

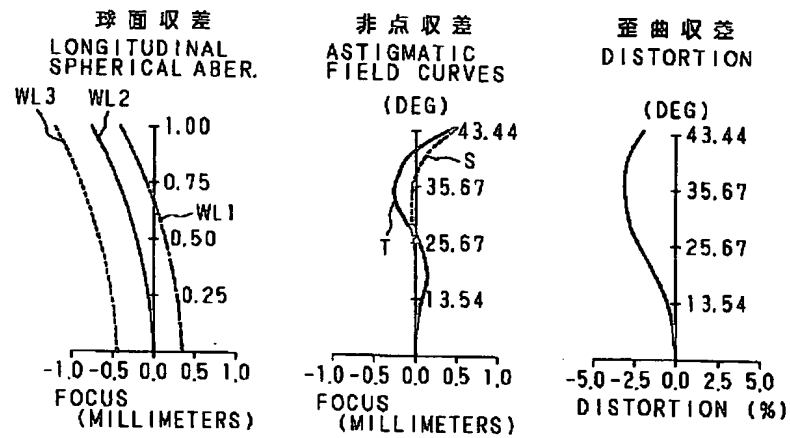


(44)

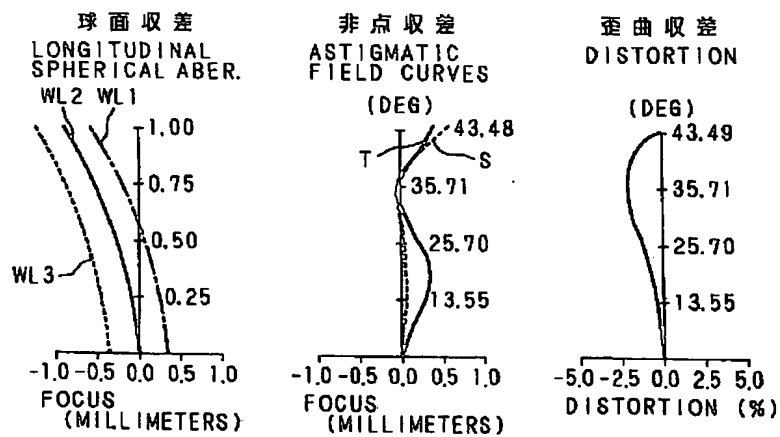
【図39】



【図40】

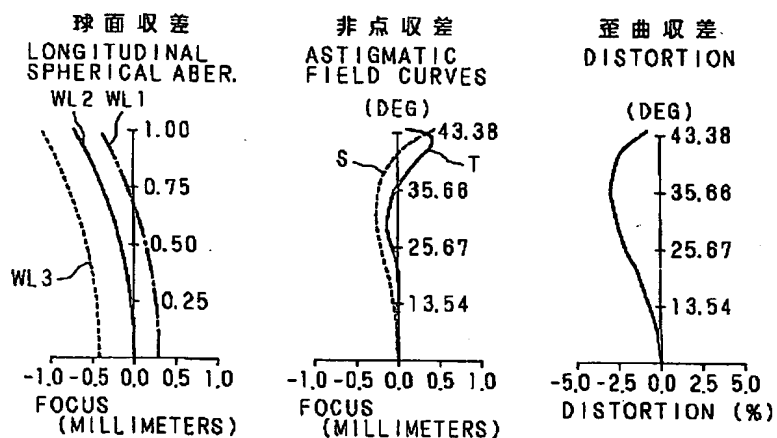


【図41】

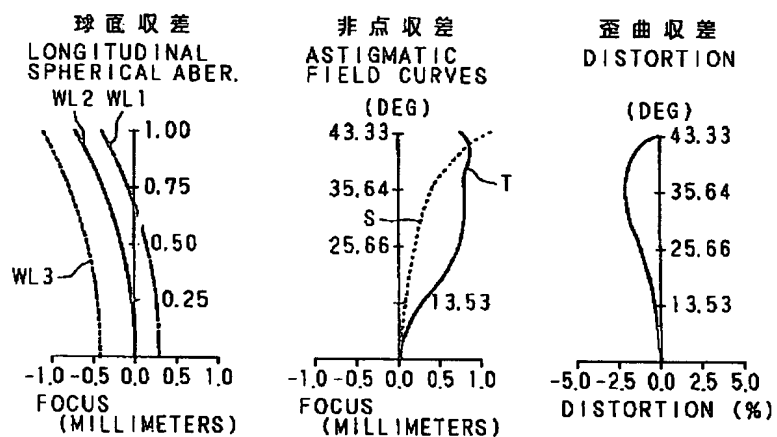


(45)

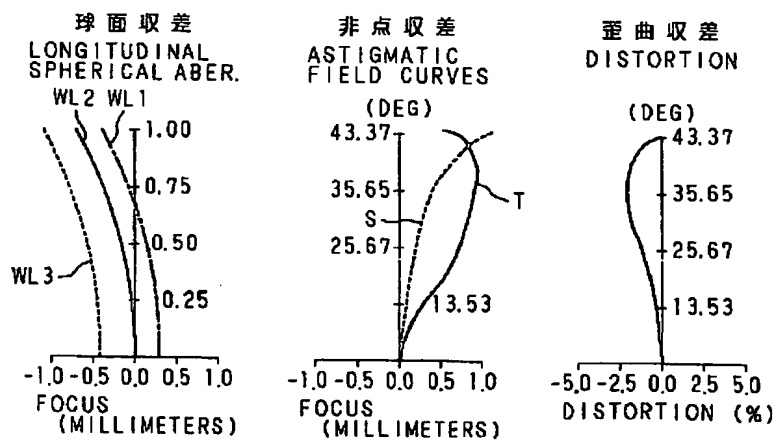
【図42】



【図43】

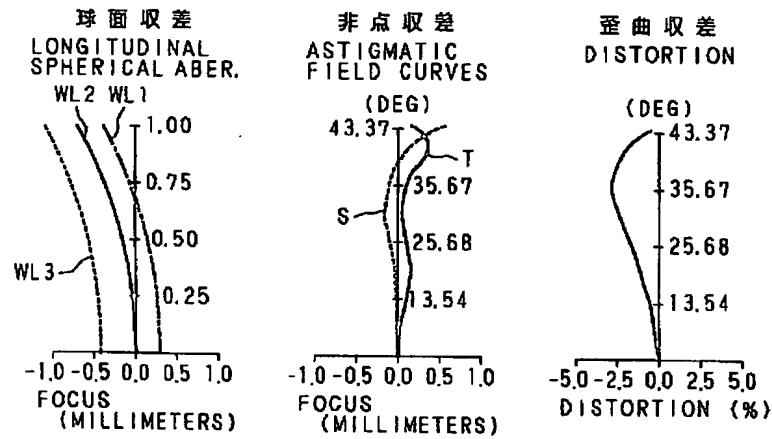


【図44】

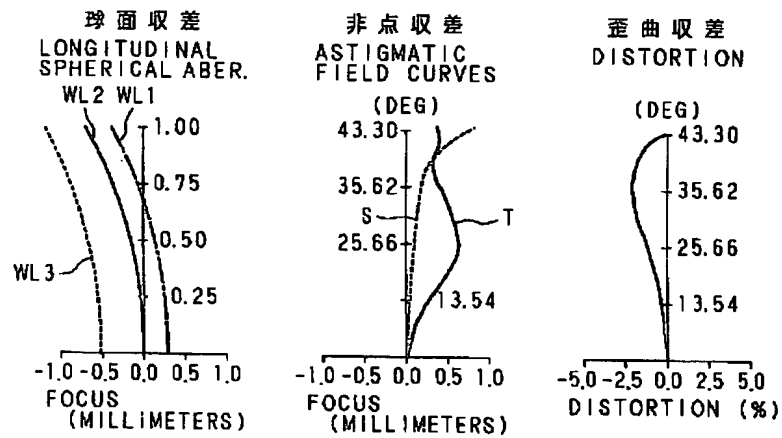


(46)

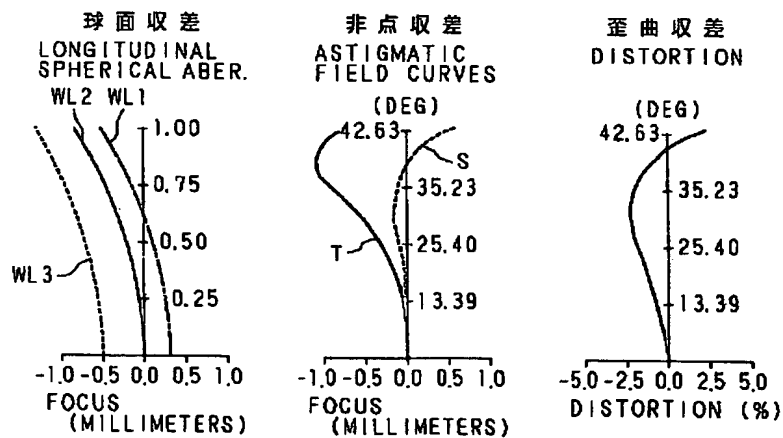
【図45】



【図46】

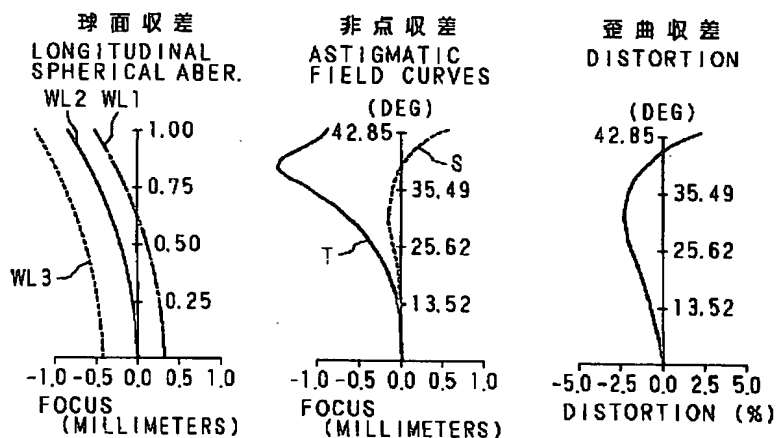


【図47】

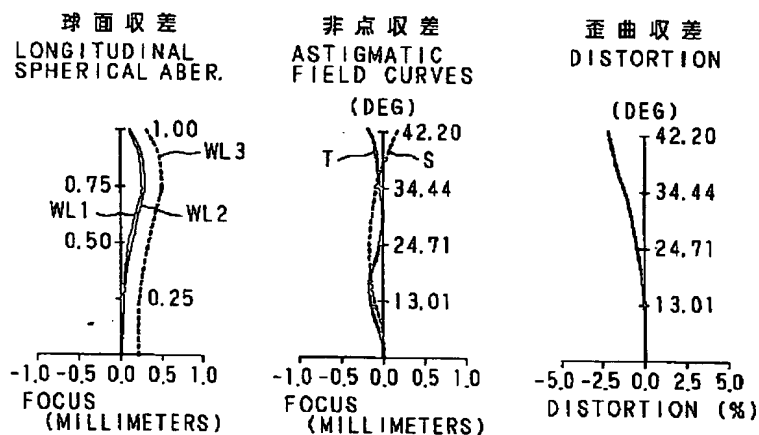


(47)

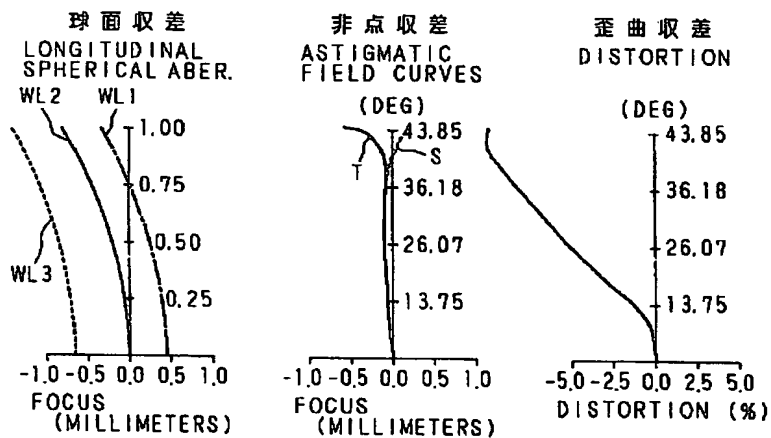
【図48】



【図49】

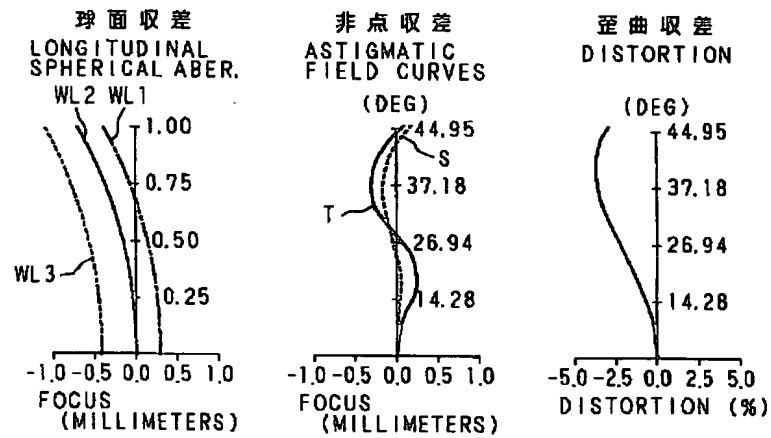


【図50】

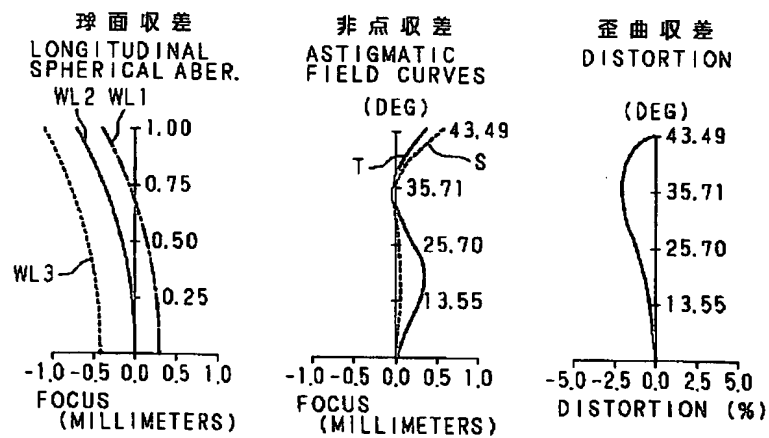


(48)

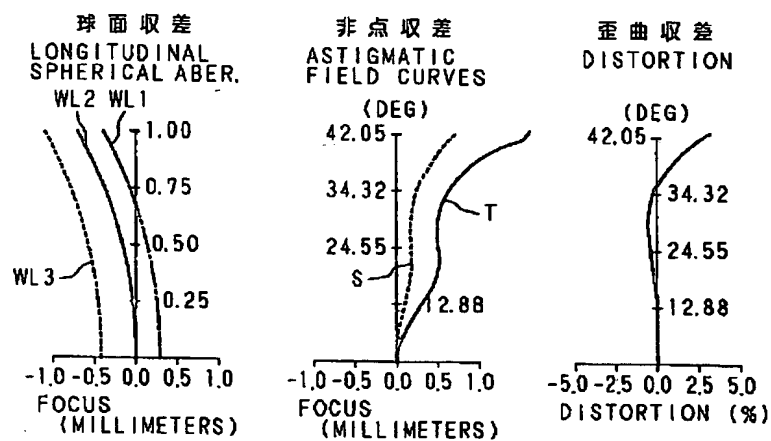
【図5 1】

 $f=38.8$ 

【図5 2】

 $f=41.0$ 

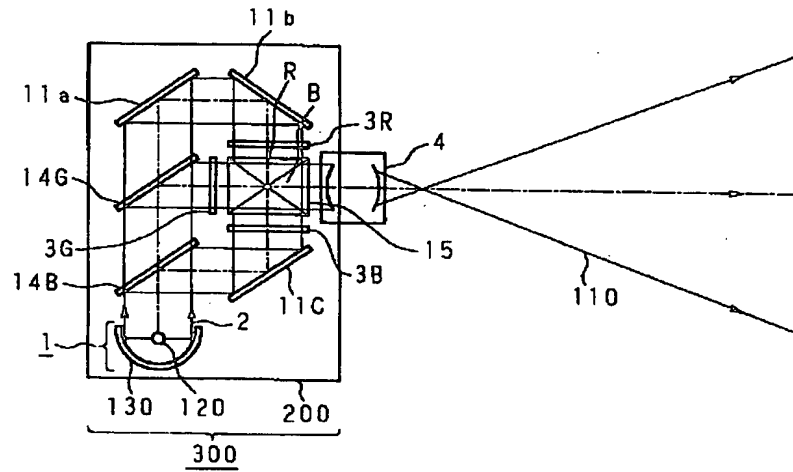
【図5 3】

 $f=43.2$ 

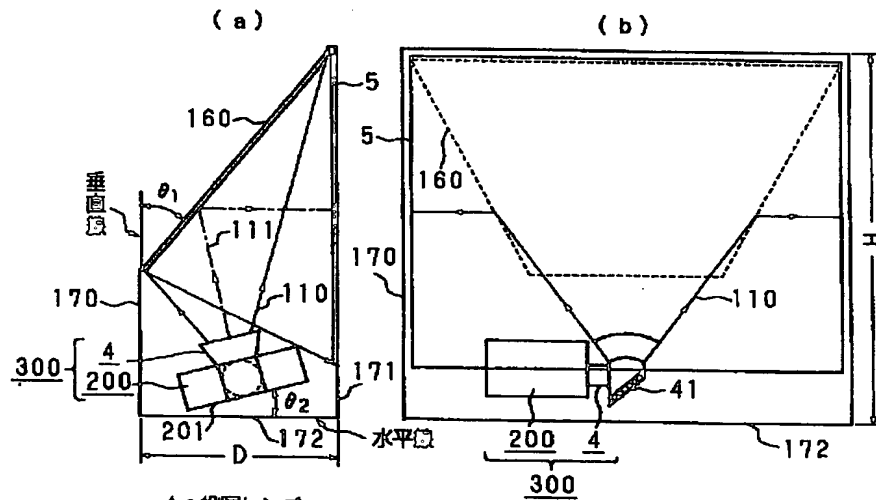


(49)

【図61】



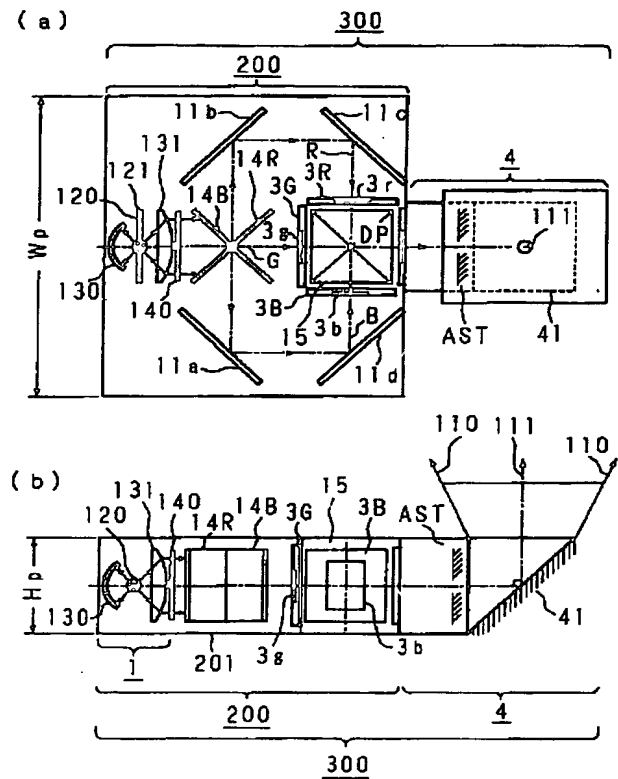
【図54】



- 4: 投写レンズ  
 5: 透過型スクリーン  
 41: 第1の折り曲げミラー  
 160: 第2の折り曲げミラー  
 170: キャビネット  
 200: 筐体  
 300: 投写幅

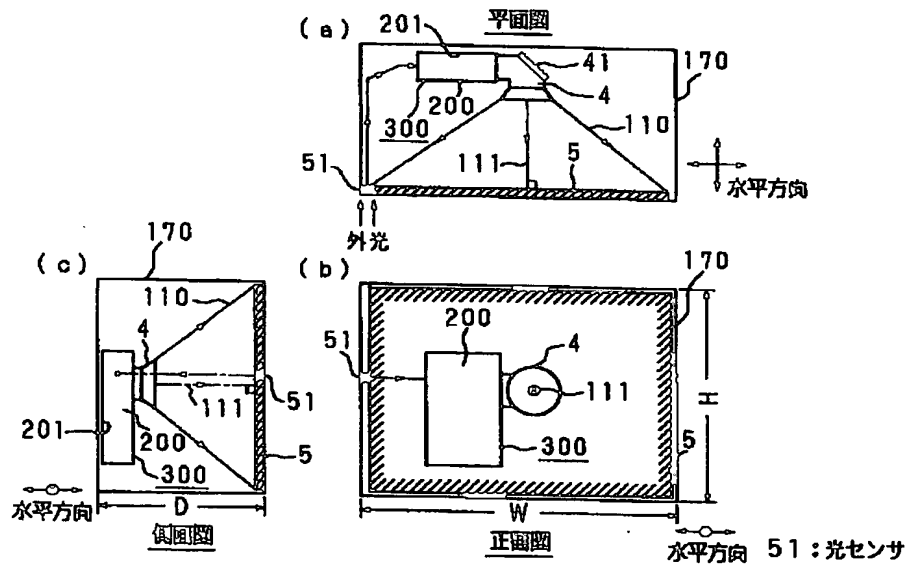
(50)

【図55】



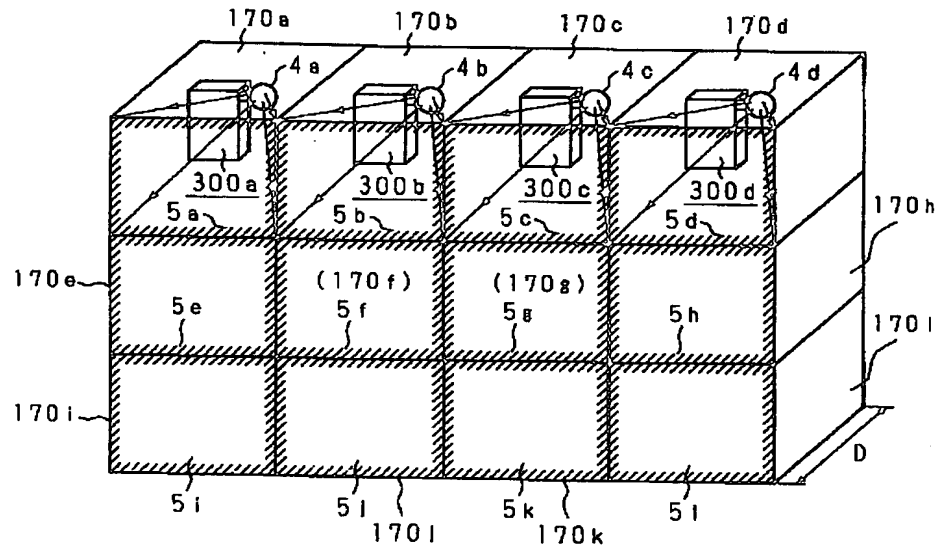
3R, 3G, 3B : 液晶パネル  
15 : ダイクロイックプリズム

【図56】

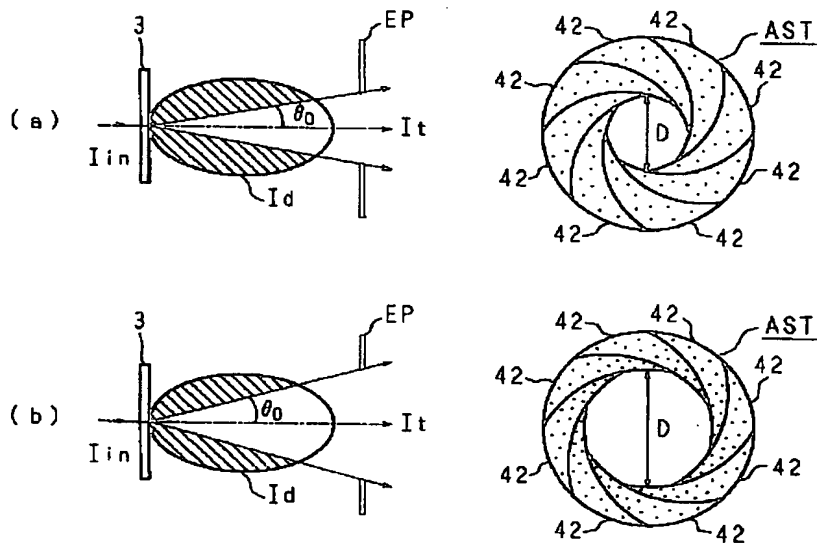


(51)

【図58】

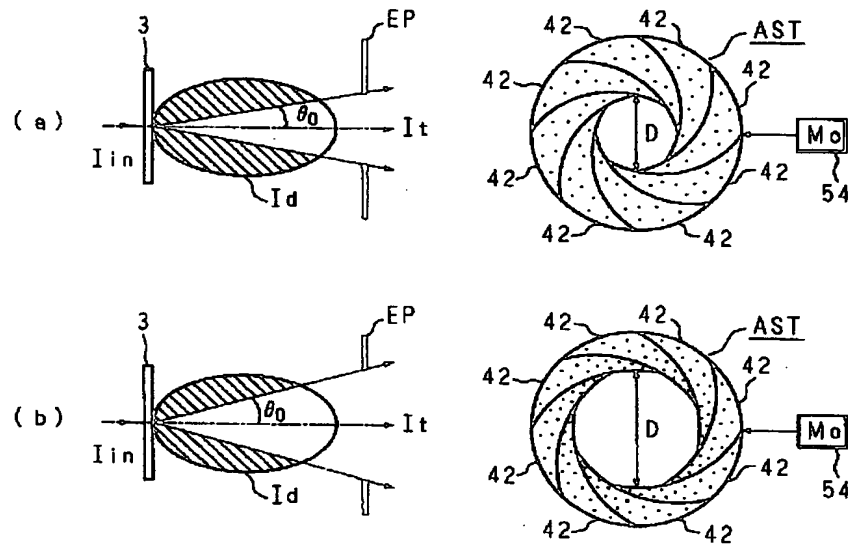


【図59】



(52)

【図60】



フロントページの続き

- (56) 参考文献    特開    平4-249233 (J P, A)  
                   実開    昭58-138471 (J P, U)  
                   実開    昭63-26833 (J P, U)  
                   実開    昭57-122982 (J P, U)  
                   実開    平1-115778 (J P, U)